

**RANCANG BANGUN MODUL EKG  
( ELEKTROKARDIOGRAM ) MENGGUNAKAN RASPBERRY  
PI BERBASIS WEB**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh :**

**ANDRE CAHYONO**

**NIM. 12.12.204**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2016**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**RANCANG BANGUN MODUL EKG**  
**( ELEKTROKARDIOGRAM ) MENGGUNAKAN RASPBERRY**  
**PI BERBASIS WEB**

**SKRIPSI**

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Persyaratan Guna Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S-1)*

**Disusun Oleh :**  
**ANDRE CAHYONO**  
**NIM. 12.12.204**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
**NIP.Y.1030100358**

**Diperiksa dan Disetujui,**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Ir. F. Yudi Limpraptono. MT**  
**NIP. Y. 1039500274**

**M. Ibrahim Ashari. ST . MT**  
**NIP. P. 1030100358**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1**  
**KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2016**

## **ABTRAKSI**

### **RANCANG BANGUN MODUL EKG (ELEKTROKARDIOGRAM) MENGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS WEB**

**Andre Cahyono  
(12.12.2004)**

**Dosen Pembimbing :**

**Dr.Ir.F.Yudi Limpraptono.,MT.**

**M.Ibrahim Ashari, ST.,MT**

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Elektronika  
Fakultas Teknik Industri  
Institut Teknologi Nasional  
Jl. Raya Karanglo Km.2 Malang  
e-mail : [andre\\_gk14@yahoo.com](mailto:andre_gk14@yahoo.com)

*Pemeliharaan kesehatan merupakan upaya penanggulangan dan pencegahan gangguan kesehatan yang memerlukan pemeriksaan, pengobatan, dan perawatan. Bagi individu dengan penyakit tertentu, kegiatan sehari-harinya dapat menimbulkan kondisi yang dapat mengancam kesehatan mereka. Oleh karena itu pada laporan skripsi ini akan dirancang perangkat monitoring kesehatan jarak jauh berbasis internet agar setiap individu tersebut dapat melakukan pengecekan kesehatannya secara berkala. Alat ini menggunakan sebuah elektroda EKG untuk mengambil sinyal listrik yang dihasilkan oleh otot-otot jantung dan menampilkan data ini pada layar visual.*

*Untuk menaikkan sinyal yang dihasilkan oleh elektroda, penulis menggunakan modul penguat AD8232 yang khusus untuk menaikkan sinyal biopotensial kecil serta meredam noise. Data analog yang dihasilkan oleh modul penguat AD8232 kemudian dirubah kedalam data digital menggunakan IC MCP3008, setelah itu data akan diproses oleh Raspberry-Pi dan menampilkannya pada web berupa data visual plotting jantung. Untuk mengirim data dari IC MCP3008 ke Raspberry-Pi penulis menggunakan jalur komunikasi data SPI (Serial Peripheral Interface) yang ada pada IC dan Raspberry-Pi.*

**Kata Kunci :** Elektrokardiogram, Raspberry-Pi, AD8232, SPI, ADC MCP3008.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik elektro di Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan skripsi ini mungkin masih jauh dari kesempurnaan, sehingga dapat diharapkan adanya saran dan masukan yang bersifat membangun dari semua pihak untuk membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini. Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis tak lupa mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
4. Bapak Dr. Eng. I Komang Womawirata, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
5. Bapak Dr.Ir.F.Yudi Limpraptono.,MT dan Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Dosen pembimbing.
6. Keluarga, sahabat dan rekan-rekan yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu baik dari segi teknis maupun dukungan moral dalam terselesaikannya skripsi ini.

Akhirnya penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya pada jurusan teknik elektro konsentrasi teknik elektronika.

Malang,     Agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>ABTRAKSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
 <b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Metodologi Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
 <b>BAB II    KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Jantung dan Fungsinya.....	4
2.1.1 Jantung .....	4
2.1.2 Fungsi Jantung .....	4
2.1.3 Denyut Jantung .....	5
2.2 Elektrode Transduser.....	7
2.2.1 Surface Electrode ( Elektroda Permukaan) .....	7
2.3 Penguat Instrumentasi AD8232 .....	9
2.4 ADC MCP3008.....	11
2.4.1 Fitur MCP3008 .....	12
2.5 Raspberry PI Model B+ .....	13

2.5.1 Specification.....	15
2.5.2 GPIO Raspberry Pi.....	16
2.6 Plot.ly .....	17
2.6.1 Sign Up Plot.ly.....	18
2.7 Komunikasi Serial Peripheral Interface (SPI).....	19

### **BAB III PERANCANGAN SISTEM**

3.1 Diagram Blok .....	23
3.2 Cara Kerja Alat .....	24
3.3 Perancangan Alat/Hardware .....	24
3.3.1 Penguat Instrumentasi AD8232 .....	25
3.3.2 Analog Digital Converter .....	27
3.3.3 Rangkaian Jalur Komunikasi ADC Dengan Raspberry Pi 2 .....	28
3.3.4 Rangkaian Secara Keseluruhan .....	28
3.4 Perancangan Program/Software.....	29
3.4.1 Remote Raspberry Pi.....	29
3.4.2 Install Module dan Dependensi .....	31
3.4.3 Membuat File Config.Json .....	32
3.4.4 Membuat File readadc.py .....	33
3.4.5 Membuat File AD8232.py.....	34
3.5 Flowchart Sistem .....	36

### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA**

4.1 Pengujian Alat.....	37
4.1.1 Pengujian Modul Penguat AD8232 .....	37
4.1.2 Pengujian Program .....	40
4.2 Pengujian Titik Penempatan Elektroda Pada Web.....	41
4.2.1 Peralatan Yang Digunakan.....	41

4.2.2 Langkah – Langkah Pengujian .....	41
4.2.3 Pengujian Titik Pertama .....	42
4.2.3.1 Hasil Pengujian.....	42
4.2.3.2 Analisa Pengujian.....	44
4.2.4 Pengujian Titik Kedua .....	44
4.2.4.1 Hasil Pengujian.....	45
4.2.4.2 Analisa Pengujian.....	47
4.2.5 Pengujian Titik Ketiga .....	47
4.2.5.1 Hasil Pengujian.....	48
4.2.5.2 Analisa Pengujian.....	50
4.3 Perbandingan Dengan Monitoring Sinyal Jantung Lain.....	50
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jantung Dan Fungsinya .....	5
Gambar 2. 2 Elektrode Transduser .....	7
Gambar 2. 3 Surface Electrode .....	8
Gambar 2. 4 Rangkaian Ekuivalent Elektroda Permukaan .....	9
Gambar 2. 5 Modul AD8232 .....	9
Gambar 2. 6 Diagram Schematic AD8232 .....	10
Gambar 2. 7 Pin Out AD8232.....	11
Gambar 2. 8 MCP3008 .....	12
Gambar 2. 9 Block Diagram MCP3008.....	12
Gambar 2. 10 Raspberry Pi Model B+.....	13
Gambar 2. 11 Blok Diagram Raspberry Pi .....	15
Gambar 2. 12 GPIO Raspberry Pi.....	16
Gambar 2. 13 GPIO Raspberry Pi B+ .....	17
Gambar 2. 14 Plot.ly .....	18
Gambar 2. 15 Halaman Awal Plot.ly .....	19
Gambar 2. 16 Contoh Model Grafik Plot.ly.....	19
Gambar 2. 17 Perangkat Slave SPI .....	20
Gambar 2. 18 SPI Bus Operation.....	21
Gambar 2. 19 Complete SPI transaction for the MCP3008 .....	22
 Gambar 3. 1 Blok Diagram.....	 23
Gambar 3. 2 Diagram Schematic AD8232 .....	25
Gambar 3. 3 Pin Out AD8232.....	26
Gambar 3. 4 Jalur Komunikasi SPI.....	27
Gambar 3. 5 Rangkaian Jalur Komunikasi ADC Dengan Raspberry Pi 2.....	28
Gambar 3. 6 Rangkaian Secara Keseluruhan.....	28
Gambar 3. 7 Scan IP Raspberry Pi.....	30
Gambar 3. 8 Konfigurasi IP Raspberry Pi.....	30
Gambar 3. 9 Login Raspberry Pi .....	31



Gambar 3. 10 Membuat File Config.Json .....	32
Gambar 3. 11 API Setting.....	32
Gambar 3. 12 Membuat file Readadc.py .....	33
Gambar 3. 13 Flowchart Sistem.....	36
Gambar 4. 1 Pengujian Modul AD8232 Menggunakan Oscilloscope .....	38
Gambar 4. 2 Segitiga Einthovent Pemasangan Lead Elektrode.....	39
Gambar 4. 3 Penempatan Elektroda Tranduser.....	39
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Modul AD8232 Menggunakan Oscilloscope .....	40
Gambar 4. 5 Pengujian Program Utama AD8232.py.....	40
Gambar 4. 6 Titik Pengujian Pertama Einthovent .....	42
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Pertama Sinyal Plot Jantung Pada Web Plotly .....	42
Gambar 4. 8 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran Pengujian Pertama Pada Modul AD8232 .....	43
Gambar 4. 9 Titik Pengujian kedua Einthovent .....	45
Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Kedua Sinyal Plot Jantung Pada Web Plotly .....	45
Gambar 4. 11 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran Pengujian Kedua Pada Modul AD8232 .....	46
Gambar 4. 12 Titik Pengujian ketiga Einthovent.....	48
Gambar 4. 13 Hasil Plot Pengujian Ketiga Einthovent Pada Web .....	48
Gambar 4. 14 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran Pengujian Ketiga Pada Modul AD8232 .....	49
Gambar 4. 15 Hubungan Pin Antara Modul AD8232 Dengan Arduino.....	51
Gambar 4. 16 Hasil Sinyal Pengujian Ketiga Menggunakan Raspberry Pi 2 dan Web Server Plotly .....	51
Gambar 4. 17 Hasil Sinyal Menggunakan Arduino Uno dan Aplikasi IDE Arduino 1.6.9.....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Fitur Modul AD8232 .....	10
Tabel 3. 1 Fitur Modul AD8232 .....	25
Tabel 3. 2 Spesifikasi Modul Penguat Instrumentasi.....	26
Tabel 3. 3 Konfigurasi PIN AD8232, MCP3008, dan Raspberry Pi .....	29
Tabel 4. 1 Konfigurasi Pin Pengujian Modul AD8232.....	38
Tabel 4. 2 Hasil pengujian titik pertama pada pin out modul AD8232. ....	43
Tabel 4. 3 Database yang dihasilkan untuk pengujian titik pertama pada web plotly. ....	43
Tabel 4. 4 Hasil pengujian titik kedua pada pin out modul AD8232.....	46
Tabel 4. 5 Database yang dihasilkan untuk pengujian titik kedua pada web plotly. .....	46
Tabel 4. 6 Hasil pengujian titik ketiga pada pin out modul AD8232. ....	49
Tabel 4. 7 Database yang dihasilkan untuk pengujian titik ketiga pada web plotly. .....	49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Internet of Things, atau dikenal juga dengan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, monitoring dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata.<sup>[1]</sup> Internet of Think telah memberikan ide kepada penulis untuk membuat sebuah alat monitoring kesehatan jarak jauh (*telemedicine*). Alat ini memiliki kelebihan seperti penghematan biaya, karena informasi yang mudah dan efisien. Dalam kemajuan teknologi di dunia medis telah menyebabkan meningkatnya kebutuhan untuk memantau kesehatan pasien yang lanjut usia atau pun yang mempunyai penyakit tertentu agar mereka dapat mengecek kesehatannya secara mandiri tanpa harus melakukan pengecekan ke dokter secara terus menerus. Maka dari itu alat monitoring sinyal jantung ini di buat agar mempermudah mereka dalam mengecek kesehatannya.

Dengan latar belakang tersebut tidak menutup kemungkinan adanya alat monitoring sinyal jantung jarak jauh yang dapat digunakan oleh setiap pengguna untuk mengontrol kesehatannya. Salah satunya adalah alat monitoring sinyal jantung dengan menggunakan Raspberry Pi dengan display pada web. Dengan demikian diharapkan alat monitoring sinyal jantung ini dapat berjalan dengan baik sesuai tujuan dan fungsinya.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengimplementasikan hasil atau output kedalam bentuk pola sinyal jantung pada web.
2. Bagaimana mengetahui pola sinyal jantung yang sesungguhnya pada setiap titik penempatan elektroda transduser yang menggunakan teori einthoven.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan diatas, maka tujuan penelitian dalam penulisan skripsi ini yaitu membuat sebuah sistem yang dapat memonitoring keadaan jantung seseorang jarak jauh. Serta untuk mengetahui titik penempatan elektroda yang tepat agar menghasilkan pola sinyal jantung yang sesungguhnya.

### **1.4 Batasan Masalah**

1. Pembuatan alat monitoring denyut jantung ini menggunakan Raspberry Pi 2 dengan bahasa pemrograman Python.
2. Menggunakan sadapan 3 buah elektroda yang memakai teori Einthoven.
3. Rancangan ini membutuhkan koneksi internet.
4. Hasil atau output akan ditampilkan pada web server plotly.

### **1.5 Metodologi Penelitian**

Metodelogi yang digunakan pada penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut :

#### **1. Studi Literatur**

Untuk memperkuat gagasan dan ide, dilakukan studi literatur tentang sensor dan mekrokontroler.Literature yang digunakan berupa buku-buku, artikel baik dari internet maupun jurnal serta data-data penelitian dan percobaan yang telah dilakukan sebelumnya.

#### **2. Pembuatan Perangkat Keras (*hardware*)**

Merangkai seluruh komponen menjadi rangkaian terpadu untuk siap di coba.

#### **3. Perancangan perangkat lunak (*Software*)**

Membuat program yang kemudian akan dimasukkan kedalam mikrokontroler untuk mengolah data yang akan diterima dan ditampilkan pada display.

#### **4. Penguji sistem**

Penguji ini dimaksud untuk mengetahui bahwa kinerja setiap sistem dari hasil pembuatan hardware maupun software sesuai dengan yang

diharapkan. Tahap pengujian meliputi pengujian per blok dan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian per blok dilakukan untuk mengetahui apakah tersebut sesuai dengan yang direncanakan.

#### 5. Pembuatan laporan

Pembuatan laporan dilakukan setelah semua tahap terselesaikan sehingga hasil yang diperoleh dari pembuatan sistem dijelaskan dengan rinci sesuai dengan data yang diperoleh.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk menghasilkan suatu proposal yang tersusun secara sistematis, maka dalam penyusunan proposal skripsi ini digunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini membahas hal-hal berhubungan dengan latar belakang, tujuan, metodologi, sistematika penulisan proposal.

#### **BAB II : KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan mengenai uraian tentang teori-teori penunjang yang mendasar, relevan, dan terkait dengan permasalahan yang dihadapi dalam melakukan penelitian.

#### **BAB III : DESAIN SISTEM**

Bab ini berisi tentang metode, perencanaan, dan sistem kerja pada alat yang akan dibuat penulis.

#### **BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA**

Bab ini berisi tentang pengujian perblok dan pengujian keseluruhan pada alat yang akan dibuat penulis, serta hasil pengujian akan dianalisa supaya bisa ditarik kesimpulan

#### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini merupakan bab terakhir dalam laporan yang berisi tentang kesimpulan dan saran.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

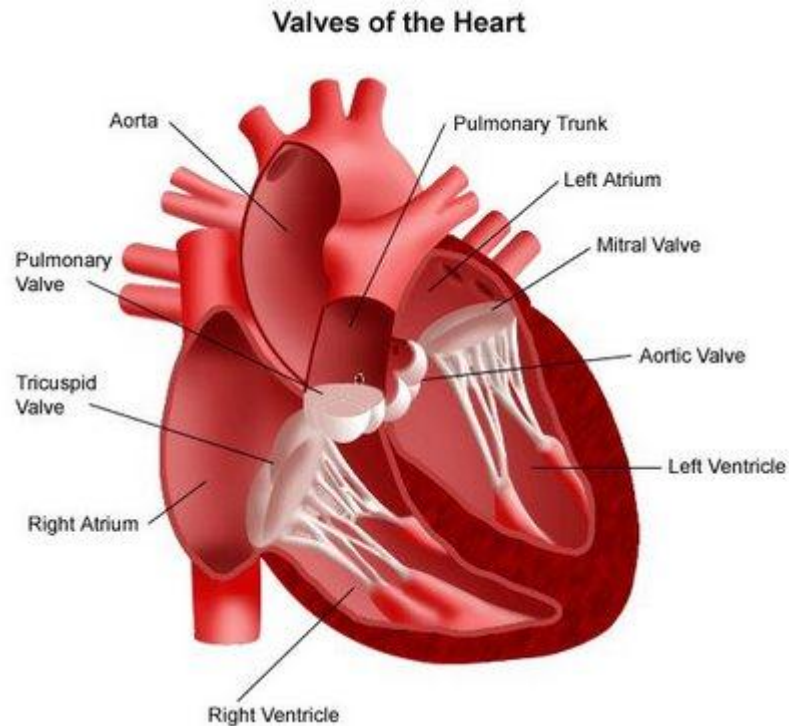
#### **2.1 Jantung dan Fungsinya**

##### **2.1.1 Jantung**

Jantung adalah organ berupa otot, berbentuk kerucut, berongga dan dengan basisnya di atas dan puncaknya di bawah. Apex-nya (puncak) miring ke sebelah kiri. Berat jantung kira-kira 300 gram. Agar jantung berfungsi sebagai pemompa yang efisien, otot-otot jantung, rongga atas dan rongga bawah harus berkontraksi secara bergantian. Laju denyut-denyut jantung atau kerja pompa ini dikendalikan secara alami oleh suatu "pengatur irama". Ini terdiri dari sekelompok secara khusus, disebut nodus sinotrialsis, yang terletak di dalam dinding serambi kanan. Sebuah impuls listrik yang ditransmisikan dari nodus sinotrialsis ke kedua serambi membuat keduanya berkontraksi secara serentak. Arus listrik ini selanjutnya diteruskan ke dinding-dinding bilik, yang pada gilirannya membuat bilik-bilik berkontraksi secara serentak. Periode kontraksi ini disebut systole. Selanjutnya periode ini diikuti dengan sebuah periode relaksasi pendek - kira-kira 0,4 detik - yang disebut diastole, sebelum impuls berikutnya datang. Nodus sinotrialsis menghasilkan antara 60 hingga 72 impuls seperti ini setiap menit ketika jantung sedang santai. Produksi impuls-impuls ini juga dikendalikan oleh suatu bagian sistem syaraf yang disebut sistem syaraf otonom, yang bekerja diluar keinginan kita. Sistem listrik built-in inilah yang menghasilkan kontraksi-kontraksi otot jantung berirama yang disebut denyut jantung.<sup>[1]</sup>

##### **2.1.2 Fungsi Jantung**

Secara umum fungsi jantung yang utama adalah memompa darah ke seluruh tubuh dan menampungnya kembali setelah dibersihkan organ paru-paru. Hal ini berarti bahwa fungsi jantung manusia adalah sebagai alat atau organ pemompa darah pada manusia. Pada saat itu jantung menyediakan oksigen darah yang cukup dan dialirkan ke seluruh tubuh, serta membersihkan tubuh dari hasil metabolisme (karbondioksida).



*Gambar 2. 1 Jantung Dan Fungsinya*

Sehingga untuk melaksanakan fungsi tersebut jantung mengumpulkan darah yang kekurangan oksigen dari seluruh tubuh dan selanjutnya memompanya ke paru-paru, dengan cara darah pada jantung mengambil oksigen dan membuang karbondioksida. Pada jantung darah yang kaya akan oksigen yang berasal dari paru-paru dipompa ke jaringan seluruh tubuh manusia.

### **2.1.3 Denyut Jantung**

Denyut jantung yang optimal untuk setiap individu berbeda-beda tergantung pada kapan waktu mengukur detak jantung tersebut (saat istirahat atau setelah berolahraga). Variasi dalam detak jantung sesuai dengan jumlah oksigen yang diperlukan oleh tubuh saat itu. Detak jantung atau juga dikenal dengan denyut nadi adalah tanda penting dalam bidang medis yang bermanfaat untuk mengevaluasi dengan cepat kesehatan atau mengetahui kebugaran seseorang secara umum.

Pada orang dewasa yang sehat, saat sedang istirahat maka denyut jantung yang normal adalah sekitar 60-100 denyut per menit (bpm). Jika didapatkan denyut jantung yang lebih rendah saat sedang istirahat, pada umumnya menunjukkan

fungsi jantung yang lebih efisien dan lebih baik kebugaran kardiovaskularnya. Laskowski menambahkan ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi jumlah denyut jantung seseorang, yaitu aktivitas fisik atau tingkat kebugaran seseorang, suhu udara disekitar, posisi tubuh (berbaring atau berdiri), tingkat emosi, ukuran tubuh serta obat yang sedang dikonsumsi.

Untuk mengukur denyut jantung di rumah bisa dengan cara memeriksa denyut nadi. Tempatkan jari telunjuk dan jari tengah pada pergelangan tangan atau tiga jari pada sisi leher. Saat merasakan denyut nadi, lihatlah jam untuk menghitung jumlah denyut selama 15 detik. Hasil yang didapatkan di kalikan empat, maka didapatkan jumlah denyut jantung Anda per menit.

Berikut ini denyut jantung normal pada manusia sesuai dengan usianya:

- Bayi 0 - 1 bulan = 70 - 190 denyut per menit.
- Bayi 1 - 11 bulan = 80 - 160 denyut per menit.
- Anak-anak 1 - 2 tahun = 80 - 130 denyut per menit.
- Anak-anak 3 - 4 tahun = 80 - 120 denyut per menit.
- Anak-anak 5 - 6 tahun = 75 - 115 denyut per menit.
- Anak-anak 7 - 9 tahun = 70 - 110 denyut per menit.
- Anak-anak 10 tahun, lebih tua, dan orang dewasa (termasuk manula): 60 - 100 denyut per menit.
- Atlet terlatih = 40 - 60 denyut per menit.

Denyut jantung seseorang juga dipengaruhi oleh usia dan aktivitasnya. Olahraga atau aktivitas fisik dapat meningkatkan jumlah denyut jantung, namun jika jumlahnya terlalu berlebihan atau di luar batas sehat dapat menimbulkan bahaya. Untuk mendapatkan nilai denyut jantung maksimal dilakukan dengan cara mengurangi angka 220 dengan usia. Misal usianya 40 tahun, maka jumlah maksimalnya adalah 180 bpm. Dengan melakukan tes sederhana tersebut, seseorang bisa mengetahui apakah denyut jantungnya normal atau tidak. Hal ini juga berguna sebagai diagnosis awal ada atau tidaknya gangguan kardiovaskuler.



## 2.2 Elektrode Transduser

Transduser dalam instrumentasi medis sangatlah penting, karena bersinggungan langsung dengan pasien. Dalam sebagian kasus fungsi dari transduser adalah untuk mengkonversi parameter fisiologis menjadi tegangan. Hal ini harus menjadi cukup besar untuk secara akurat diproses oleh peralatan elektronik.

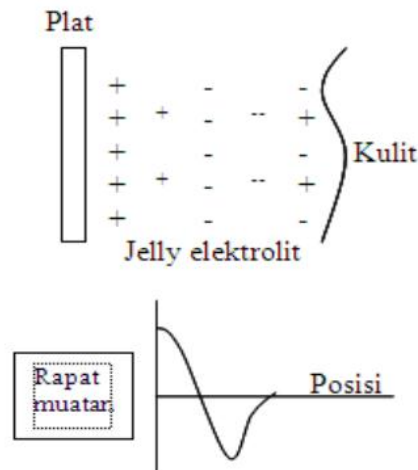


*Gambar 2. 2 Elektrode Transduser*

Transduser elektroda mengkopel tegangan pada permukaan tubuh ke instrumen elektronis. Potensial permukaan tubuh berada pada range 1 mikrovolt di tengkorak, hingga 1 milivolt melewati lengan, hingga 0.1 volt di bagian perut. Elektroda tergolong dalam dua tipe yakni invasive yang menembus (penetrasi) melalui kulit seperti jarum elektroda, atau noninvasive surface electrode yang sifatnya tidak penetrasi. Tipe yang paling sering digunakan adalah surface electrode.

### 2.2.1 Surface Electrode ( Elektroda Permukaan)

Elektroda jenis ini terdiri dari lempeng logam yang dilapisi cairan electrolyte. Terkadang elektroda terdiri dari lempeng logam yang dipisahkan dari permukaan tubuh menggunakan insulator, sehingga membentuk kopel kapasitif.

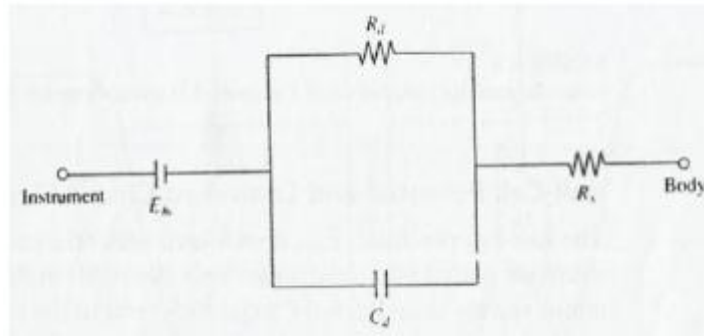


*Gambar 2. 3 Surface Electrode*

Potensial dari jenis elektroda ini terbentuk dari aliran elektron yang meninggalkan cairan electrolyte tersebut dan memasuki lempeng logam, meninggalkan distribusi muatan yang bervariasi sebagai fungsi posisi. Distribusi muatan ini mirip dengan karakteristik kapasitor, di satu sisi bermuatan negatif sedangkan sisi lain bermuatan positif. Oleh karena itu, rangkaian ekuivalennya akan mengandung kapasitor,  $C_d$ . Distribusi muatan ini juga menyebabkan potensial listrik yang disebut dengan half-cell potential,  $E_{hc}$ . Sebuah resistansi kebocoran,  $R_d$ , parallel dengan kapasitor ekuivalen. Sebuah resistor dalam seri dalam rangkaian ekuivalen,  $R_s$ , mewakili cairan electrolyte dalam kesetimbangan muatan. Gambar 2.3 mengilustrasikan penyusunan rangkaian ekuivalen dari elemen-elemen tersebut. Impedansi elektroda untuk rangkaian ekuivalen ini adalah:

$$Z = R_s + \frac{R_d}{1 + 2\pi f C_d R_d}$$

Nilai impedansi  $Z$  di atas memberikan gambaran yang tepat mengenai kinerja surface electrode. Juga penting untuk diperhatikan bahwa impedansi ini merupakan fungsi dari frekuensi, artinya untuk semua nilai komponen yang tetap maka besar nilai impedansi tergantung pada nilai frekuensi dari sinyal.<sup>[5]</sup>

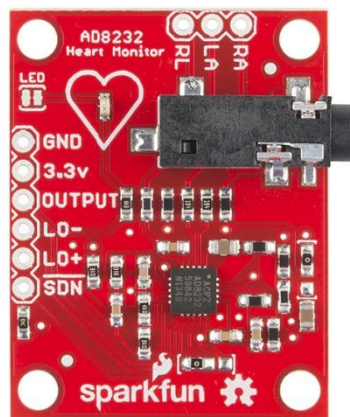


*Gambar 2. 4 Rangkaian Ekuivalent Elektroda Permukaan*

### 2.3 Penguat Instrumentasi AD8232

AD8232 merupakan modul kit yang di produksi oleh SparkFun, modul kit ini khusus di operasikan untuk mengukur aktifitas listrik jantung. Aktifitas listrik ini dapat di kategorikan sebagai sinyal EKG jantung. Sinyal listrik jantung yang dihasilkan merupakan sinyal data analog. Dalam pengukuran sinyal EKG biasanya terdapat banyak noise, pada rangkaian modul AD8232 ini terdapat Op-Amp yang dapat membantu mendapatkan sinyal yang jelas dari PR dan QT interval.

AD8232 adalah sebuah blok pengkondisian sinyal terintegrasi untuk ECG dan aplikasikan untuk pengukuran biopotential lainnya. Hal ini dirancang untuk mengekstrak, memperkuat, dan menyaring sinyal biopotential kecil.<sup>[7]</sup>

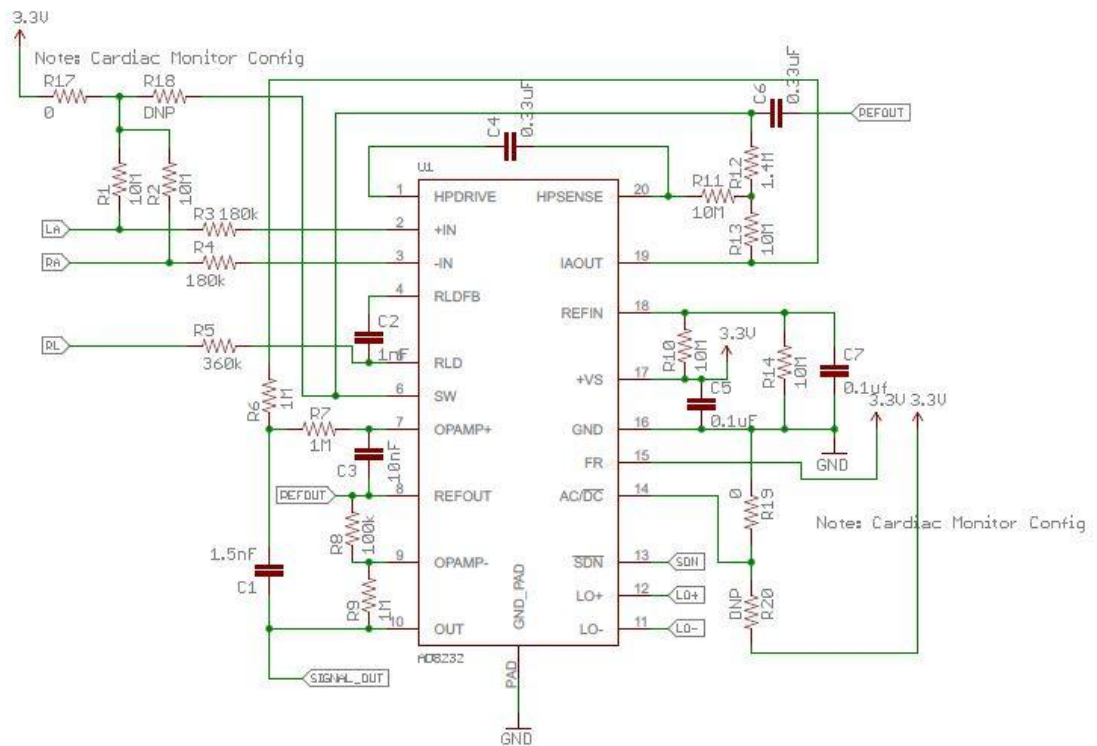


*Gambar 2. 5 Modul AD8232*

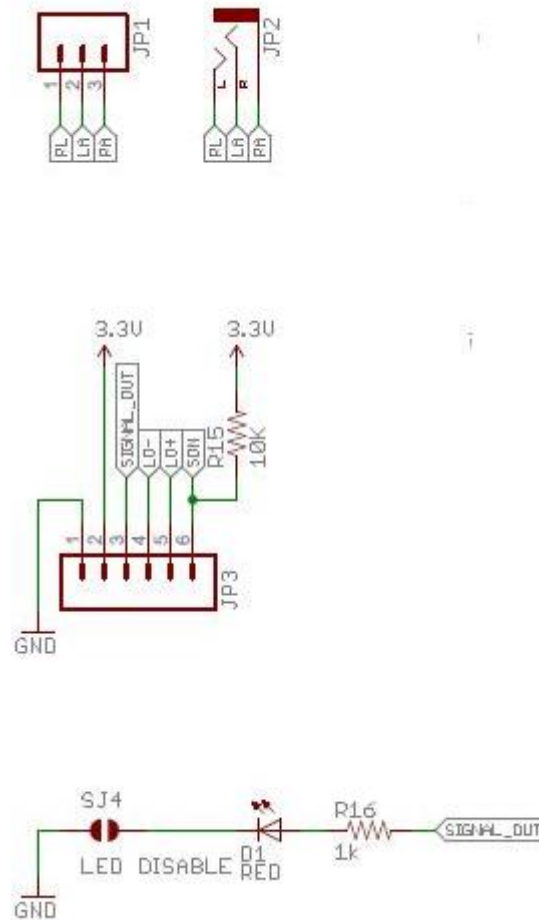
Tabel 2. 1 Fitur Modul AD8232

Board Label	Pin Function
GND	Ground
3.3V	3.3V Power Supply
OUTPUT	Output Signal
LO-	Lead-Off Detect Signal -
LO+	Lead-Off Detect Signal +
SND	Shutdown

- Diagram Schematic Modul AD8232



Gambar 2. 6 Diagram Schematic AD8232

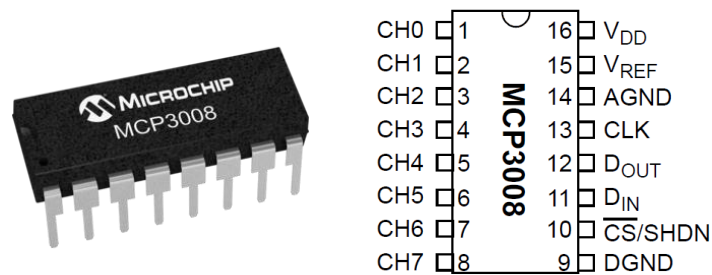


*Gambar 2. 7 Pin Out AD8232*

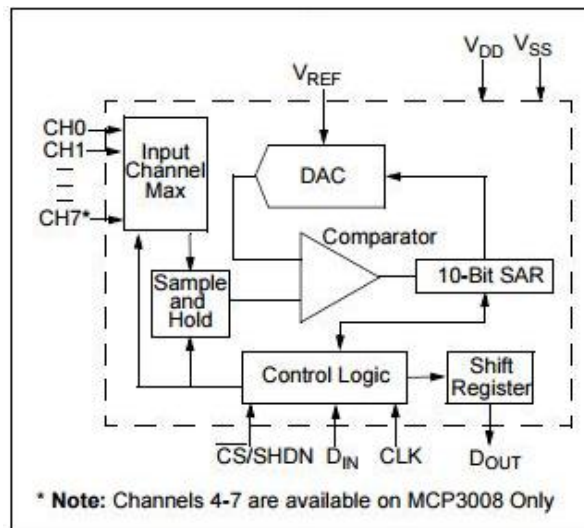
## 2.4 ADC MCP3008

MCP3008 adalah 10 bit 8-channel converter Analog-ke-digital (ADC). ADC ini simple untuk menghubungkan dan tidak memerlukan komponen tambahan. IC ini menggunakan protokol bus SPI yang didukung oleh header GPIO Pi . Komunikasi dengan perangkat dilakukan dengan menggunakan antarmuka serial sederhana kompatibel dengan SPI protokol. Perangkat ini mampu mengkonversi hingga 200 KSP. MCP3008 merupakan perangkat yang beroperasi atas kisaran tegangan umum (2.7V - 5.5V). Low-current desain yang memungkinkan IC ini beroperasi dengan arus yang hanya 5 nA dan arus aktif tipikal

320  $\mu$ A. MCP3004 ditawarkan dalam 14-pin PDIP, 150 mil SOIC dan paket TSSOP, sedangkan MCP3008 ditawarkan dalam 16-pin PDIP dan paket SOIC. <sup>[4]</sup>



Gambar 2. 8 MCP3008



Gambar 2. 9 Block Diagram MCP3008

#### 2.4.1 Fitur MCP3008

- 10-bit resolution
- $\pm 1$  LSB max DNL
- $\pm 1$  LSB max INL
- (MCP3004) or 8 (MCP3008) input channels
- Analog inputs programmable as single-ended or pseudo-differential pairs On-chip sample and hold
- SPI serial interface (modes 0,0 and 1,1)
- Single supply operation: 2.7V - 5.5V

- 200 ksp/s max. sampling rate at VDD = 5V
- 75 ksp/s max. sampling rate at VDD = 2.7V
- Low power CMOS technology
- nA typical standby current, 2  $\mu$ A max.
- 500  $\mu$ A max. active current at 5V
- Industrial temp range: -40°C to +85°C
- Available in PDIP, SOIC and TSSOP packages

## 2.5 Raspberry Pi Model B+

Raspberry Pi, sering juga disingkat dengan nama Raspi, adalah komputer papan tunggal (Single Board Circuit /SBC) yang memiliki ukuran sebesar kartu kredit. Raspberry Pi bisa digunakan untuk berbagai keperluan, seperti spreadsheet, game, bahkan bisa digunakan sebagai media player karena kemampuannya dalam memutar video high definition. Raspberry Pi dikembangkan oleh yayasan nirlaba, Raspberry Pi Foundation yang digawangi sejumlah developer dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris.



*Gambar 2. 10 Raspberry Pi Model B+*

Ide dibalik komputer mungil ini diawali dari keinginan untuk mencetak generasi baru programmer, pada 2006 lalu. Seperti disebutkan dalam situs resmi Raspberry Pi Foundation, waktu itu Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang, dan Alan Mycroft, dari Laboratorium Komputer Universitas Cambridge memiliki kekhawatiran melihat kian turunnya keahlian dan jumlah siswa yang hendak belajar ilmu komputer.

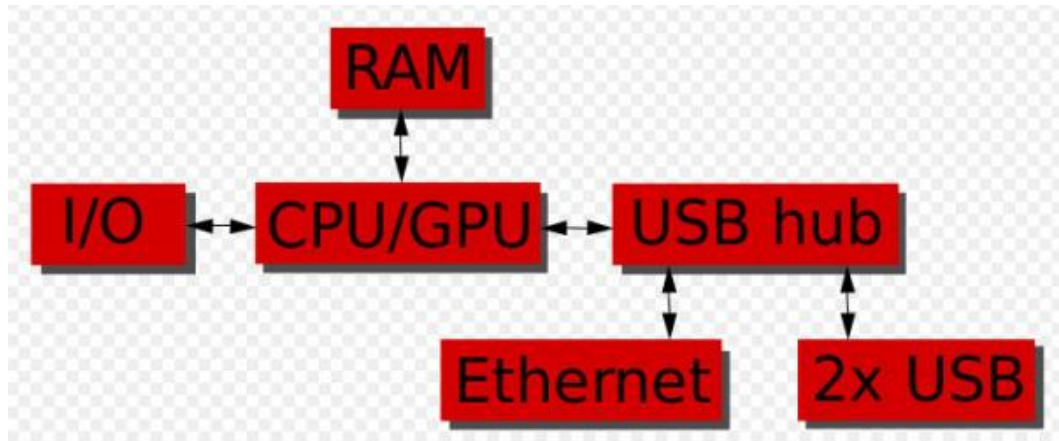
Mereka lantas mendirikan yayasan Raspberry Pi bersama dengan Pete Lomas dan David Braben pada 2009. Tiga tahun kemudian, Raspberry Pi Model B memasuki produksi massal. Dalam peluncuran pertamanya pada akhir Februari 2012 dalam beberapa jam saja sudah terjual 100.000 unit. Kini, sekitar dua tahun kemudian, Raspberry Pi telah terjual lebih dari 2,5 juta unit ke seluruh dunia.

Raspberry Pi memiliki dua model yaitu model A dan model B. Secara umum Raspberry Pi Model B, 512MB RAM. Perbedaan model A dan B terletak pada memory yang digunakan, Model A menggunakan memory 256 MB dan model B 512 MB. Selain itu model B juga sudah dilengkapi dengan ethernet port (kartu jaringan) yang tidak terdapat di model A. Desain Raspberry Pi didasarkan seputar SoC (System-on-a-chip) Broadcom BCM2835, yang telah menanamkan prosesor ARM1176JZF-S dengan 700 MHz, VideoCore IV GPU, dan 256 Megabyte RAM (model B). Penyimpanan data didesain tidak untuk menggunakan hard disk atau solid-state drive, melainkan mengandalkan kartu SD (SD memory card) untuk booting dan penyimpanan jangka panjang. Raspberry Pi merupakan komputer mini yang sangat murah, harganya hanya 25 dollar AS untuk Model A adapun 35 dollar AS untuk Model B per unit.

Hardware Raspberry Pi tidak memiliki real-time clock, sehingga OS harus memanfaatkan timer jaringan server sebagai pengganti. Namun komputer yang mudah dikembangkan ini dapat ditambahkan dengan fungsi real-time (seperti DS1307) dan banyak lainnya, melalui saluran GPIO (General-purpose input/output) via antarmuka I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit).

Raspberry Pi bersifat open source (berbasis Linux), Raspberry Pi bisa dimodifikasi sesuai kebutuhan penggunaannya. Sistem operasi utama Raspberry Pi menggunakan Debian GNU/Linux dan bahasa pemrograman Python. Salah satu pengembang OS untuk Raspberry Pi telah meluncurkan sistem operasi yang dinamai Raspbian, Raspbian diklaim mampu memaksimalkan perangkat Raspberry Pi. Sistem operasi tersebut dibuat berbasis Debian yang merupakan salah satu distribusi Linux OS.<sup>[2]</sup> Adapun blok diagram raspberry seperti gambar 2.2.1 dibawah ini.





*Gambar 2. 11 Blok Diagram Raspberry Pi*

### 2.5.1 Specification

- Chip : Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, and SDRAM)
- CPU : 700 MHz ARM1176JZF-S core (ARM6 family)
- GPU : Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, 1080p30 h.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder
- Memory (SDRAM) : 512 MB (shared with GPU)
- USB 2.0 ports : 2 (via integrated USB hub)
- Video outputs : Composite RCA (PAL & NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4), raw LCD Panels via DSI 14 HDMI resolutions from \* 640×350 to 1920×1200 plus various PAL and NTSC standards.
- Audio outputs : 3.5 mm jack, HDMI
- Onboard storage : SD / MMC / SDIO card slot
- Onboard network : 10/100 Ethernet (RJ45)
- Low-level peripherals: 8 × GPIO, UART, I<sup>2</sup>C bus, SPI bus with two chip selects, +3.3 V, +5 V, ground[58][63]
- Power ratings : 700 mA (3.5 W)
- Power source : 5 volt via MicroUSB or GPIO header
- Size : 85.60 × 53.98 mm (3.370 × 2.125 in)
- Weight : 45 g (1.6 oz)
- Operating systems : Debian GNU/Linux, Fedora, Arch Linux ARM, RISC OS. <sup>[2]</sup>

### 2.5.2 GPIO Raspberry Pi

Salah satu fitur menarik dari Raspberry Pi adalah pin GPIO (general purpose input/output) yang terletak di salah satu sudut papan. Pin-pin GPIO ini adalah penghubung antara Raspberry Pi dengan 'dunia luar'. Sederhananya, bisa diumpamakan sebagai tombol-tombol yang dapat dinyalakan atau dimatikan (input) atau bisa juga Raspberry Pi yang menyalakan/mematikan tombol-tombol tersebut (output). 17 dari 26 pin konektor itu adalah pin GPIO; sedangkan yang lainnya adalah pin power atau ground.



*Gambar 2. 12 GPIO Raspberry Pi*

Pin-pin GPIO dapat diprogram untuk menghubungkan Raspberry Pi dengan alat lain. Inputnya tidak hanya dapat dihubungkan dengan tombol-tombol sederhana, namun bisa juga dari alat lain seperti sensor atau data dari komputer lain. Outputnya juga dapat melakukan berbagai hal, dari menyalakan LED sampai mengirim sinyal data ke alat lain. Apabila Raspberry Pi terhubung dalam sebuah jaringan komputer, alat yang terhubung dengan Raspberry Pi dapat dikontrol darimanana saja melalui internet dan juga bisa mengirimkan sinyal data. Konektivitas dan kontrol alat-alat melalui internet adalah hal yang menarik dan powerful.<sup>[2]</sup>

Raspberry Pi2 GPIO Header				
Pin#	NAME		NAME	Pin#
01	3.3v DC Power	⬛ ⬛	DC Power 5v	02
03	GPIO02 (SDA1 , I <sup>2</sup> C)	⬛ ⬛	DC Power 5v	04
05	GPIO03 (SCL1 , I <sup>2</sup> C)	⬛ ⬛	Ground	06
07	GPIO04 (GPIO_GCLK)	⬛ ⬛	(TXD0) GPIO14	08
09	Ground	⬛ ⬛	(RXD0) GPIO15	10
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)	⬛ ⬛	(GPIO_GEN1) GPIO18	12
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)	⬛ ⬛	Ground	14
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)	⬛ ⬛	(GPIO_GEN4) GPIO23	16
17	3.3v DC Power	⬛ ⬛	(GPIO_GEN5) GPIO24	18
19	GPIO10 (SPI_MOSI)	⬛ ⬛	Ground	20
21	GPIO09 (SPI_MISO)	⬛ ⬛	(GPIO_GEN6) GPIO25	22
23	GPIO11 (SPI_CLK)	⬛ ⬛	(SPI_CE0_N) GPIO08	24
25	Ground	⬛ ⬛	(SPI_CE1_N) GPIO07	26
27	ID_SD (I <sup>2</sup> C ID EEPROM)	⬛ ⬛	(I <sup>2</sup> C ID EEPROM) ID_SC	28
29	GPIO05	⬛ ⬛	Ground	30
31	GPIO06	⬛ ⬛	GPIO12	32
33	GPIO13	⬛ ⬛	Ground	34
35	GPIO19	⬛ ⬛	GPIO16	36
37	GPIO26	⬛ ⬛	GPIO20	38
39	Ground	⬛ ⬛	GPIO21	40

Rev. 1  
26/01/2014

<http://www.element14.com>

*Gambar 2. 13 GPIO Raspberry Pi B+*

## 2.6 Plot.ly

Plot.ly adalah alat analisa online dan visualisasi data, plot.ly berpusat di Montreal, Quebec. Plotly memberikan grafik online, analisis, statistik, dan grafik library ilmiah untuk Python, R, MATLAB, Perl, Julia, Arduino, dan REST. Plotly didirikan oleh Alex Johnson, Jack Parmer, Chris Parmer, dan Matthew Sundquist. Latar belakang pendidikan para pendiri plot.ly adalah lulusan berbagai bidang seperti energi, analisis data dan visualisasi. Para pendiriri pertamama termasuk Christophe Viau adalah seorang insinyur perangkat lunak dari Canada dan Ben Postlethwaite adalah seorang ahli geofisika Canada. Nama Plotly di ambil dari salah

satu dari Top 20 perusahaan Inovatif Hottest di Kanada yaitu Canadian Innovation Exchange. Plotly ditampilkan dalam "startup baris" di PyCon 2013. <sup>[8]</sup>



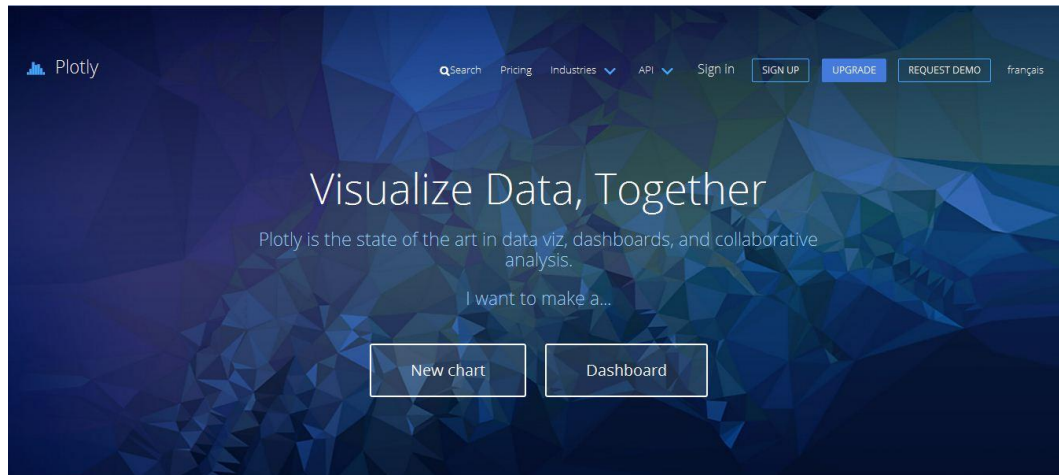
*Gambar 2. 14 Plot.ly*

Plotly menawarkan enam produk utama yaitu:

1. Plot.ly memiliki antarmuka pengguna grafis untuk mengimpor dan menganalisis data ke kotak dengan menggunakan alat statistik. Grafik dapat disematkan atau di-download, biasanya digunakan untuk membuat membuat grafik lebih cepat dan lebih efisien.
2. Libraries API mendukung Python, R, MATLAB, Node.js, Julia, Arduino dan REST API. Plotly juga dapat digunakan untuk gaya grafik interaktif dengan IPython.
3. Gambar di plot.ly dapat mengkonversi matplotlib, ggplot2, dan IGOR Pro grafik menjadi interaktif, grafik pada plot.ly dapat di akses secara online.
4. Apps Plotly untuk Google Chrome
5. Plotly.js merupakan open source, terdapat libraries javaScript untuk membuat grafik dan dashboard.
6. Plotly adalah perusahaan instalasi lokal dari Plotly.

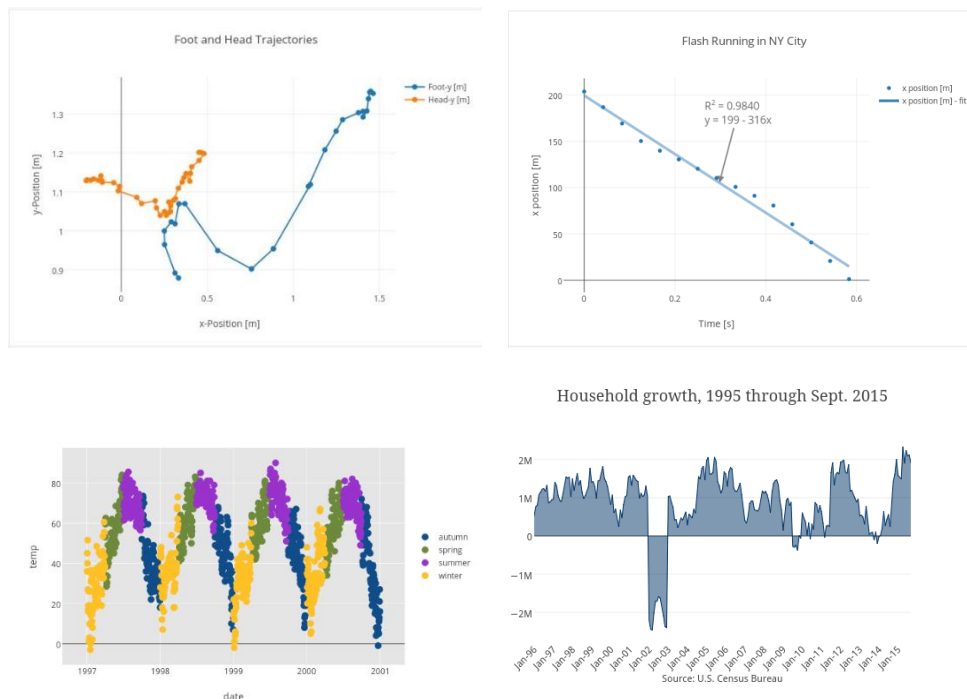
### **2.6.1 Sign Up Plot.ly**

Dalam menggunakan Plot.ly untuk interface grafik haruslah memiliki sebuah akun dan dapat mendaftar secara gratis dengan membuka alamat resmi <https://plot.ly/> dan sign up menggunakan E-mail dan password.



*Gambar 2. 15 Halaman Awal Plot.ly*

- Model – model grafik pada Plot.ly

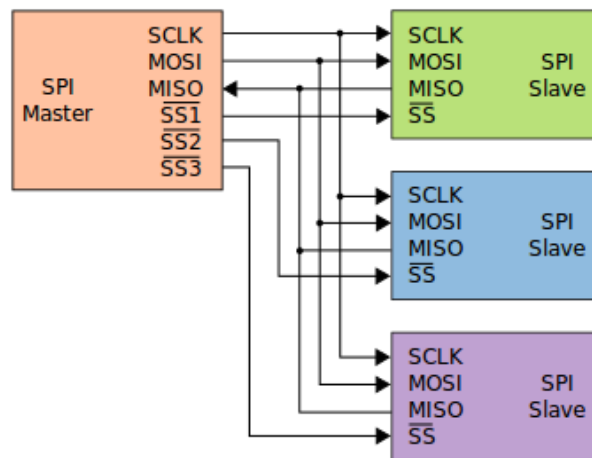


*Gambar 2. 16 Contoh Model Grafik Plot.ly*

## 2.7 Komunikasi Serial Peripheral Interface (SPI)

Kali ini akan ditunjukkan bagaimana antarmuka untuk MCP3008 yaitu berbasis SPI analog ke-digital (ADC) chip yang terintegrasi, dengan Raspberry Pi. Hal ini memungkinkan Raspberry Pi untuk menafsirkan tegangan analog pada akhirnya akan tipikal dipancarkan oleh sensor berbasis analog untuk mencerminkan

ukuran dari karakteristik fisik seperti percepatan, intensitas cahaya atau suhu. Saya akan mulai dengan antarmuka SPI.



*Gambar 2. 17 Perangkat Slave SPI*

Serial Peripheral Interface (SPI) adalah bus komunikasi yang digunakan untuk antarmuka satu atau lebih slave sirkuit terpadu perifer (IC) untuk master perangkat SPI tunggal biasanya dari beberapa macam seperti mikrokontroler atau mikroprosesor. Banyak IC SPI Peripheral ada, termasuk konverter analog ke digital (ADC), digital ke analog converter (DAC), digunakan untuk input / output (GPIO) IC ekspansi umum, IC suhu penginderaan, accelerometers dan banyak lagi. Dalam hal ini mengenai bus SPI mirip dengan bus I2C. Keuntungan utama SPI atas bus I2C adalah bahwa kecepatan bus SPI bisa sangat cepat sekitar 10Mbps dan kecepatan maksimum bisa setinggi hardware (master controller, Slave perifer, dan jejak printed circuit board yang menghubungkan mereka).

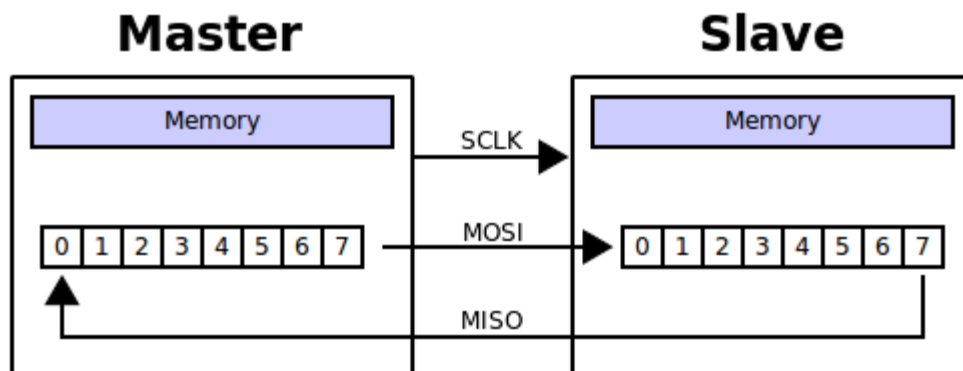
Kelemahan utama dari bus SPI dan bus I2C adalah jumlah kabel yang dibutuhkan oleh bus. Bus I2C membutuhkan 2 kabel yang secara teoritis dapat digunakan untuk menghubungkan hingga 127 perangkat, dan secara signifikan lebih jika 9-bit skema digunakan sebagai pengganti alamat 7-bit yang klasik. SPI bus adalah bus '3 + n kawat', di mana 'n' adalah jumlah perangkat Slave yang melekat pada perangkat master SPI. Misalnya dalam contoh yang ditunjukkan pada Gambar 3.8, total 6 kabel yang diperlukan oleh bus SPI dan enam pin yang sesuai pada master perangkat SPI untuk antarmuka 3 slave perangkat SPI ke master SPI kontroler. Ini berarti bahwa tidak hanya jumlah kabel pada bus SPI lebih besar dari

pada bus I2C, tapi itu jumlah kabel terus menambah secara linear seperti kita menambahkan perangkat slave lebih ke bus. Perhatikan bahwa perangkat slave SPI hampir selalu membutuhkan 4 pin untuk menempel pada bus SPI.<sup>[9]</sup>

3 kabel SPI dibagi dengan semua perangkat pada bus SPI adalah:

1. Master slave keluar (MISO). Data dipindahkan dari slave untuk master pada kabel ini.
2. Master slave out di (MOSI). Data dipindahkan dari master ke slave pada wire ini.
3. Serial Clock (SCLK). Clock ini selalu dihasilkan oleh master controller dan digunakan untuk menyinkronkan transmisi data antara perangkat dalam bus.

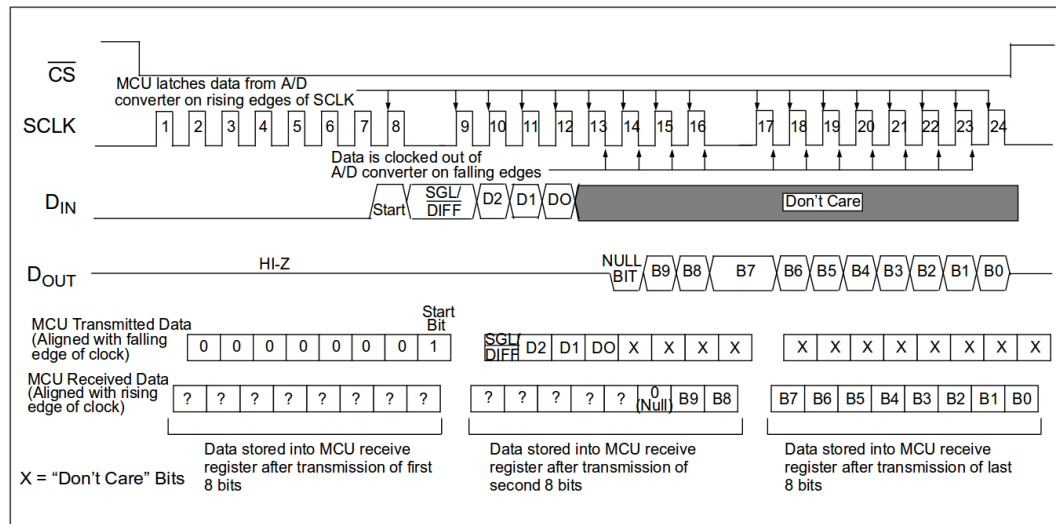
Selain wires ini kita memiliki 'n' wires untuk 'n' perangkat slave di bus. Masing-masing dari wires ini membawa sinyal chip (SS atau CS). Hanya satu perangkat slave yang dapat memiliki sinyal chip yang ditegaskan oleh master controller pada suatu waktu.



*Gambar 2. 18 SPI Bus Operation*

Sebuah SPI transaksi lengkap untuk (SPI mode 0) MCP3008 digambarkan pada Gambar 3.10. Transaksi lengkap terdiri dari 3 byte yang dikirimkan dari master (Raspberry Pi) ke slave (MCP3008) dan 3 byte ditransmisikan dari Slave untuk master. Ingat bahwa karena sifat dari operasi register geser dari bus SPI, pergeseran 3 byte ke dalam perangkat slave (tertulis kepada Slave MCP3008) akan secara default menyebabkan 3 byte dalam perangkat slave digeser keluar ke perangkat master (raspberry Pi).





Gambar 2. 19 Complete SPI transaction for the MCP3008

1. Raspberry Pi menyatakan sinyal chip yang terhubung ke MCP3008 (dalam kasus ini CS0) dengan menetapkan ke 0V. Hal ini biasanya dijaga secara internal oleh pengandar spidev dan setiap kali fungsi ioctl yang tepat () dipanggil.
2. Raspberry Pi mengirim byte yang berisi nilai '1' ke MCP3008. Pada saat yang sama MCP3008 mengirim kembali 'don't care' byte ke Raspberry Pi.
3. Raspberry Pi kemudian mengirimkan byte kedua yang paling signifikan mengunggis (SGL / DIFF, D2, D1 & D0 bit) menunjukkan saluran yang ingin kita mengkonversi dan apakah kita ingin tunggal berakhir atau diferensial konversi (Lihat Gambar 3.11). Sebagai contoh jika mengunggis ini adalah "1000", konversi akan tunggal berakhir dan berlangsung pada channel 0 (ch0 pin). Nibble paling signifikan dikirim sebagai 'don't care'. Pada saat yang sama, MCP3008 mengirimkan kembali dua bit yang paling signifikan dari nilai digital (hasil) dari konversi (bit 8 dan 9).
4. Raspberry Pi mengirimkan yang lain 'don't care' byte ke MCP3008. Pada saat yang sama MCP3008 mengirim kembali byte berisi 7 bit melalui 0 of nilai digital (result) dari konversi.
5. Raspberry Pi kemudian menggabungkan bit 8 & 9 dari byte yang diterima kedua dengan bit 7 melalui 0 dari byte yang diterima ketiga untuk menciptakan nilai digital 10-bit hasil konversi.



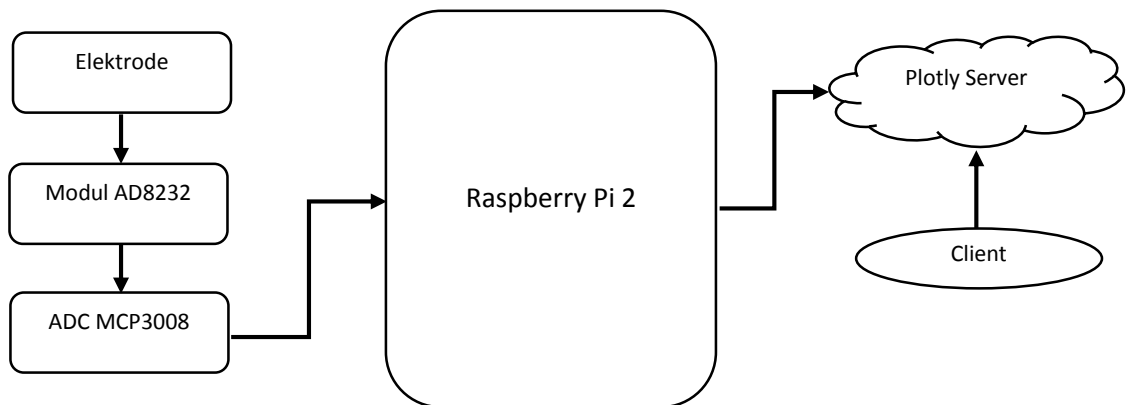
## BAB III

### PERANCANGAN SISTEM

Pada perancangan sistem ini akan menjelaskan tentang bagaimana merancang alat monitoring sinyal jantung menggunakan Raspberry Pi, baik itu rangkaian diagram blok, rangkain skematik, penulisan program python pada Raspberry Pi, dan flowchart perancangan alat tersebut.

#### 3.1 Diagram Blok

Dalam setiap perencanaan dan pembuatan suatu alat diperlukan sebuah diagram blok, yang berfungsi untuk mempermudah dalam menentukan alur kerja dari sistem pada alat tersebut. Selain itu diagram blok juga berguna untuk mengetahui bagian-bagian sytem dari suatu alat, berikut ini adalah diagram blok dari alat dalam laporan skripsi ini.



*Gambar 3. 1 Blok Diagram*

##### 1. Elektroda Tranduser

Fungsi dasar dari elektroda adalah mendeteksi sinyal kelistrikan jantung. Fungsi dari transducer adalah untuk mengkonversi informasi biologis menjadi sinyal elektrik yang dapat diukur.

##### 2. Penguat Instrumentasi

Penguat instrument merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk akuisisi bio-potensial. Hal ini dikarenakan pada pengukurannya akan

mendapatkan sinyal bio-potensial yang sangat lemah dengan impedansi dan noise sumber yang sangat besar.

3. ADC MCP3008

Raspberry Pi tidak memiliki analog digital converter (ADC), maka dari itu harus menggunakan ADC eksternal (seperti MCP3008). Untuk programnya menggunakan kode python untuk menghubungkan MCP3008 ke RASPI, untuk membaca data dan memproses dalam Raspberry Pi.

4. Raspberry Pi

Raspberry PI sebagai pemroses data digital yang di terima dari ADC dan kemudian di tampilkan pada Web browser.

5. Internet

Hasil plotting jantung ditampilkan atau dapat dilihat menggunakan jaringan jaringan internet melalui aplikasi browser, disini menggunakan Plot.ly sebagai server dan sumber data base plotting.

6. Client

Client merupakan seseorang yang mengontrol keadaan jantung pasien melalui jarak jauh.

### **3.2 Cara Kerja Alat**

Cara kerja alat ini dimulai dari Elektroda Transduser yang mendeteksi sinyal kelistrikan pada jantung, kemudian mengkonversi sinyal informasi biologis tersebut menjadi sinyal elektrik. Sinyal yang dihasilkan dari elektroda tersebut memiliki amplitude sekitar 0.13 mV, kemudian sinyal tersebut di lanjutkan pada penguat instrumentasi AD8232 yang tersusun dari beberapa Op-Amp dan sebuah filter yang berfungsi menguatkan sinyal amplitude kecil dan meredam noise. Sinyal analog yang dihasilkan dari penguat instrumentasi di ubah ke digital oleh ADC MCP3008, setelah itu data digital tersebut akan diproses oleh Raspberry Pi yang nantinya data akan upload pada server plotly dan ditampilkan berupa grafik sinyal plotting jantung.

### **3.3 Perancangan Alat/Hardware**

Pada perancangan alat atau hardware dimulai dari sebuah electrode yang terpasang pada sebuah penguat instrumentasi AD8232, kemudian output dari

AD8232 yang berupa data analog akan diubah ke data digital di MCP3008 menggunakan komunikasi serial protocol (SPI).

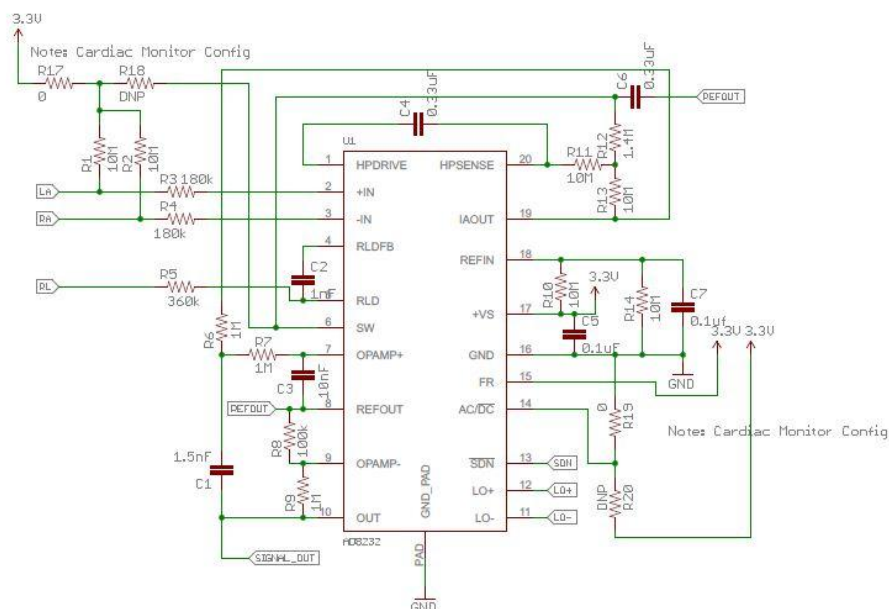
### 3.3.1 Penguat Instrumentasi AD8232

AD8232 adalah sebuah blok pengkondisian sinyal terintegrasi untuk ECG dan aplikasikan untuk pengukuran biopotential lainnya. Hal ini dirancang untuk mengekstrak, memperkuat, dan menyaring sinyal biopotential kecil.

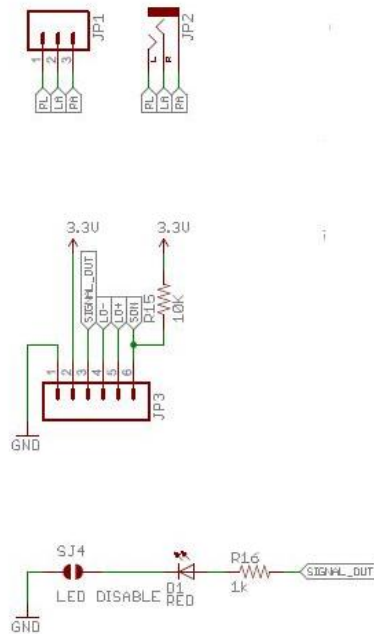
Tabel 3. 1 Fitur Modul AD8232

Board Label	Pin Function
GND	Ground
3.3V	3.3V Power Supply
OUTPUT	Output Signal
LO-	Lead-Off Detect Signal -
LO+	Lead-Off Detect Signal +
SND	Shutdown

- Diagram Schematic Modul AD8232**



Gambar 3. 2 Diagram Schematic AD8232



Gambar 3. 3 Pin Out AD8232

Tabel 3. 2 Spesifikasi Modul Penguat Instrumentasi

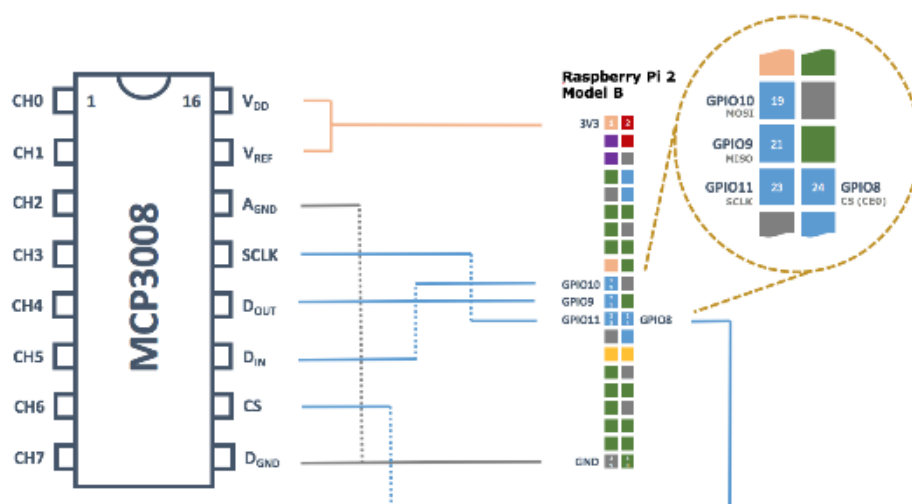
VS = 3 V, VREF = 1.5 V, VCM = 1.5 V, TA = 25°C, FR=low, SDN=high,  
AC/DC = low

No	Parameter	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
1	Common-Mode Rejection Ratio, DC to 60 Hz (CMRR)	VCM = 0.35 V to 2.85 V, VDIFF = 0 V VCM = 0.35 V to 2.85 V, VDIFF = ±0.3 V	80	86 80		dB dB
2	Power Supply Rejection Ratio (PSRR)	VS = 2.0 V to 3.5 V	76	90		dB
3	Input Voltage Noise (RTI) Spectral Noise Density	f = 1 kHz f = 0.1 Hz to 10 Hz f = 0.5 Hz to 40 Hz		100 12 14		nV/√Hz μV p-p μV p-p

	Peak-to-Peak Voltage Noise					
4	Input Voltage Range DC Differential Input Range (VDIFF)	TA = 0°C to 70°C	0.2		+VS	V
5	Gain (AV) Gain Error Average Gain Drift	VDIFF = 0 V VDIFF = -300 mV to +300 mV TA = 0°C to 70°C		100 0.4 1 12	3.5	V/V % % Ppm/°C

### 3.3.2 Analog Digital Converter

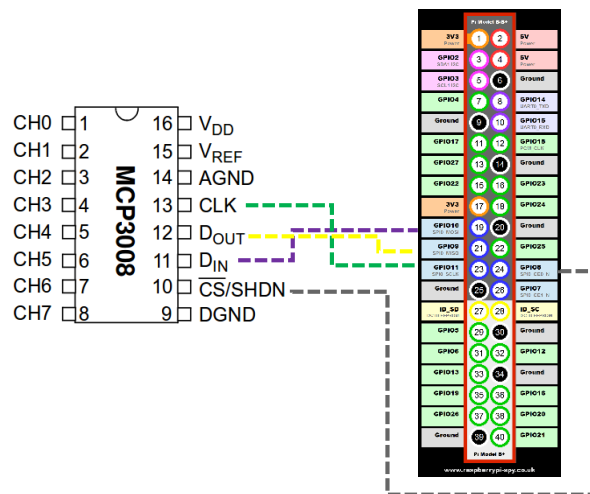
Pada perancangan ini penulis menggunakan IC ADC MCP3008 yang merupakan converter analog ke digital yang mampu mengirimkan 8bit data sekaligus ke Raspberry-Pi. IC ini juga compatible dengan Raspberry-Pi dengan menggunakan jalur komunikasi SPI yang ada pada IC MCP3008. Pada proses wiring output dari modul penguat akan dihubungkan pada pin0 dari ADC. Untuk jalur komunikasi SPI disini menggunakan pin SCLK, DIN, DOUT, dan CS. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Jalur Komunikasi SPI

### 3.3.3 Rangkaian Jalur Komunikasi ADC Dengan Raspberry Pi 2

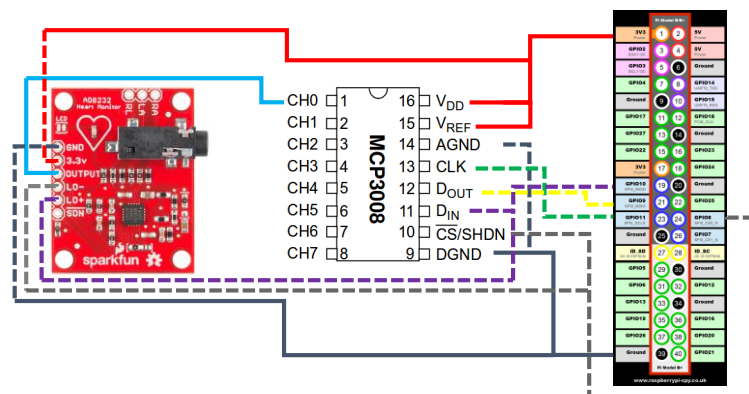
Dalam rangkaian jalur komunikasi SPI antara ADC MCP3008 dengan Raspberry Pi 2 ialah menggunakan empat buah pin utama yaitu, pin CLK, Dout, Din, dan CS/SHDN. Pin CLK MCP3008 akan dihubungkan dengan GPIO 11 Raspberry yang merupakan pin untuk CLK. Untuk CS/SHDN disini akan dihubungkan dengan GPIO 08 Raspberry Pi yang merupakan jalur SPI0\_CE0\_N, sementara pada pin Dout dan Din masing-masing akan dihubungkan dengan GPIO 10 dan 9 pada Raspberry yang merupakan pin MOSI dan MISO.



Gambar 3. 5 Rangkaian Jalur Komunikasi ADC Dengan Raspberry Pi 2

### 3.3.4 Rangkaian Secara Keseluruhan

Untuk rangkaian secara keseluruhan yaitu mencakup modul penguat AD8232, IC MCP3008 analog to digital converter, dan Pin GPIO pada Raspberry-Pi akan ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3. 6 Rangkaian Secara Keseluruhan

Tabel 3. 3 Konfigurasi PIN AD8232, MCP3008, dan Raspberry Pi

<b>AD8232</b>	<b>MCP3008</b>	<b>RASPBERRY PI</b>
GND	AGND	GND, GPIO 6
3.3 V	VREF	3.3V, GPIO 1
OUTPUT	CH0	-
-	-	-
-	-	-
SDN	-	-
-	CLK	PCM_CLK, GPIO 18
LO+	DIN	GPIO 24
-	DOUT	GPIO 23
LO-	CS/SHDN	GPIO 25

### 3.4 Perancangan Program/Software

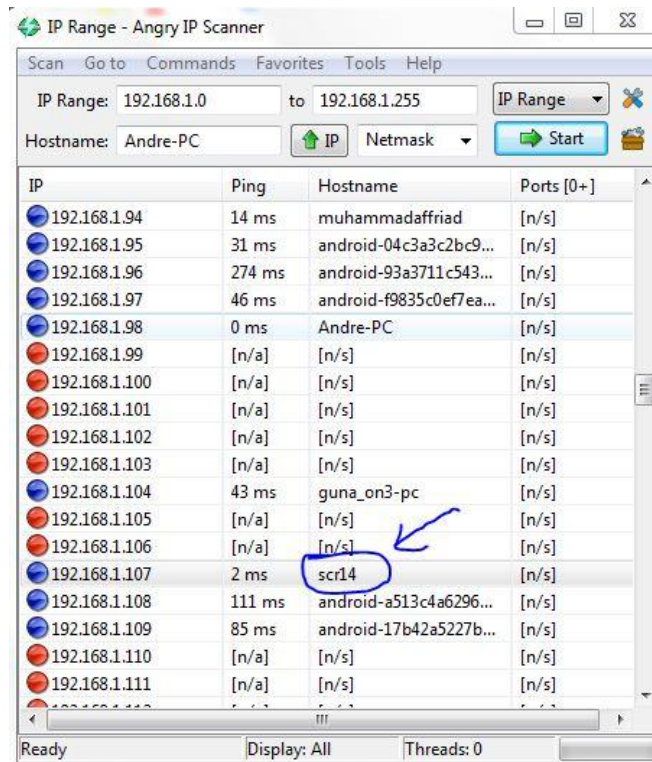
Dalam perancangan ini akan membahas tentang remote Raspberry Pi menggunakan jaringan Wifi atau LAN, pembuatan program menggunakan bahasa pemrograman Python , dan interkoneksi web sebagai antar muka client.

#### 3.4.1 Remote Raspberry Pi

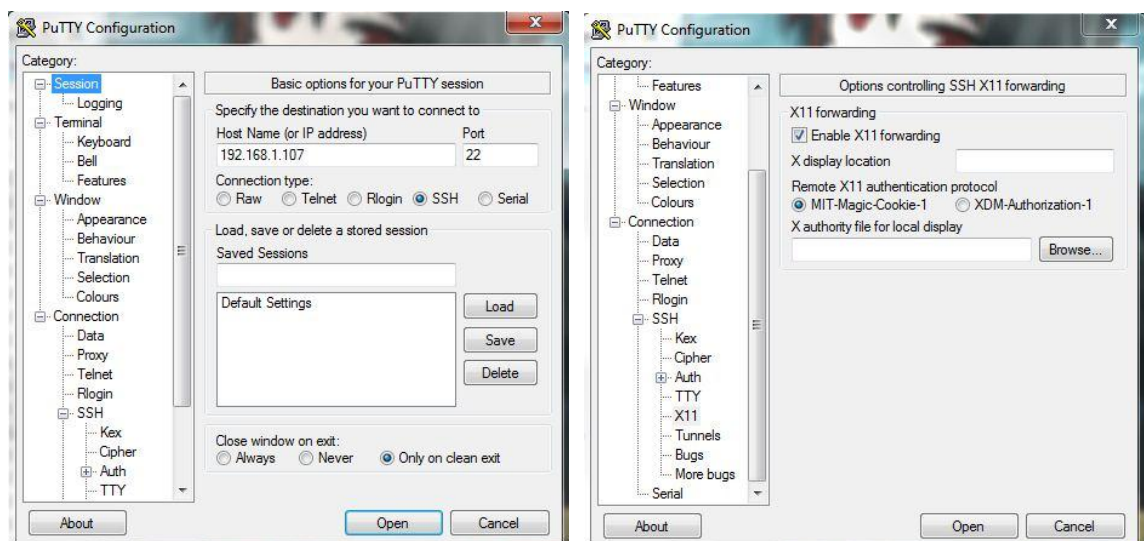
Untuk me-Remote Raspberry Pi melalui jaringan LAN atau Wifi harus menggunakan aplikasi pendukung seperti Xming, Putty, dan IP Scanner, dimana Xming digunakan untuk menyediakan Xserver pada windows, putty digunakan sebagai SSH client pada Windows yang mendukung X-Forwarding, sedangkan IPscanner digunakan untuk mengetahui IP Raspberry Pi. Langkah – langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Buka aplikasi Xming, klik Start pada windows lalu cari aplikasi Xming. Jika berhasil icon Xming akan muncul pada icon bar di sebelah kanan bawah.
2. Selanjutnya scan IP Raspberry Pi menggunakan aplikasi IP Scanner, dengan membuka aplikasinya dan klik start untuk memulai scan IP pada satu jaringan LAN tersebut.

3. Setelah itu salin IP Raspberry pada aplikasi Putty, dan juga enable X11 forwarding lalu klik open.
4. Selanjutnya login menggunakan akun Raspberry Pi, setelah berhasil akan tampak seperti gambar 3.11.

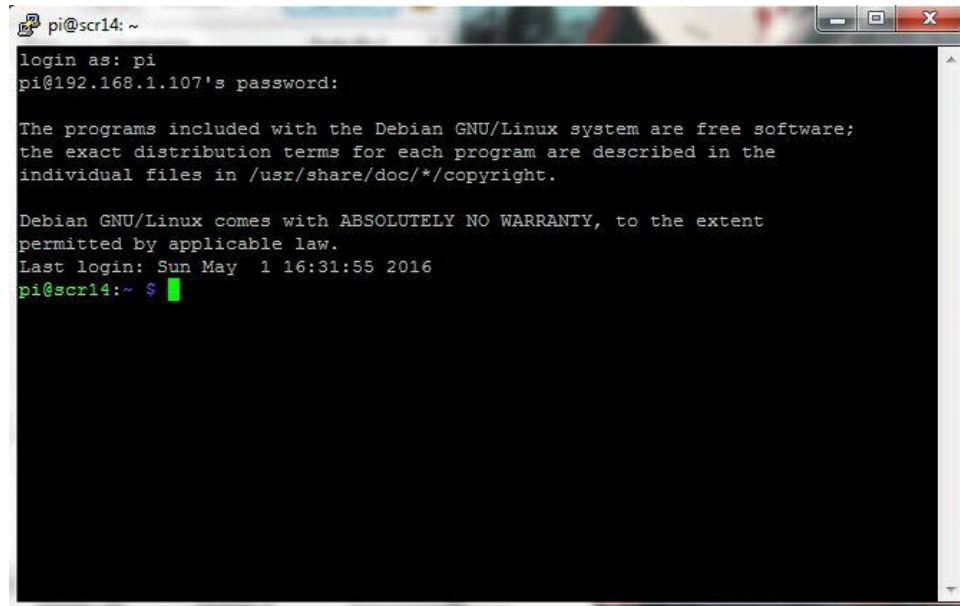


*Gambar 3. 7 Scan IP Raspberry Pi*



*Gambar 3. 8 Configurasi IP Raspberry Pi*





*Gambar 3. 9 Login Raspberry Pi*

### **3.4.2 Install Module dan Dependensi**

Sebelum menulis script program python hal pertama yang dilakukan adalah menginstall modul-modul pendukung seperti :

1. Install python-dev

Python-dev merupakan program utama yang harus ada ketika kita menginstall os raspbian pada raspberry. Fungsi python sama halnya dengan fungsi cmd yang ada pada windows, yaitu untuk menulis perintah-perintah dan menulis program yang terdapat pada linux.

2. Install python-pip

Python-pip berfungsi menciptakan lingkungan pemrograman secara virtual, dengan demikian maka lingkungan yang satu akan terpisah dengan lingkungan yang lainnya, sehingga lebih memudahkan kita dalam hal depedensi dan manajemen programming.

3. Install rpi.gpio

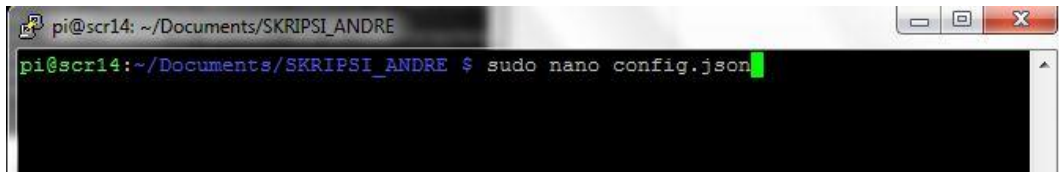
RPi.gpio merupakan pin-pin dan pin ini adalah sebagai penghubung antara Raspberry Pi 2 dengan perangkat yang akan di jadikan project penggabungan di raspberry pi 2.

4. Install Plot.ly

Plot.ly merupakan sebuah tempat untuk menampilkan data secara online dalam bentuk visual seperti: chart, line, batang dan lain sebagainya.

### 3.4.3 Membuat File Config.Json

File Config.Json digunakan untuk menyimpan data user pada Plot.ly seperti username, plotly API key, dan plotly streaming tokens. File .json bisa dibuat dengan menggunakan perintah “sudo nano config.json” seperti gambar 3.9.

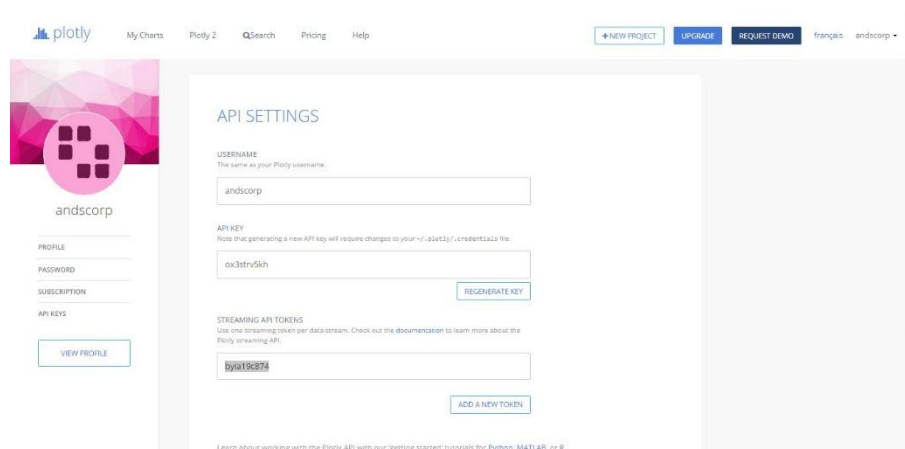


*Gambar 3. 10 Membuat File Config.Json*

Script config.json untuk menyimpan data user seperti username, plotly API key, dan plotly streaming tokens.

```
{  
  "plotly_streaming_tokens": ["byia19c874 "],  
  "plotly_api_key": "ox3strv5kh",  
  "plotly_username": "andscorp"  
}
```

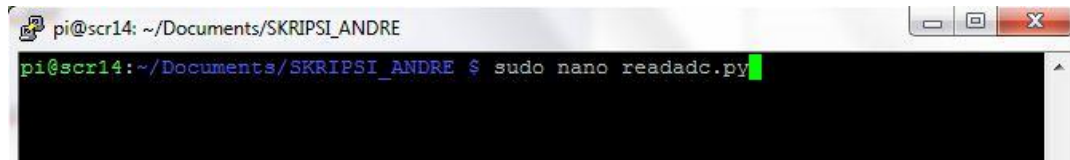
Username, plotly API key, dan plotly streaming tokens dapat di lihat pada API Setting <https://plot.ly/settings/api> seperti gambar 3.11.



*Gambar 3. 11 API Setting*

### 3.4.4 Membuat File readadc.py

File readadc.py merupakan program python untuk MCP3008 agar membaca data analog dari modul AD8232 dan mengkonvert ke data digital yang selanjutnya dapat diproses oleh Raspberry Pi agar menampilkan grafik plotting. Menggunakan perintah 'sudo nano readadc.py' untuk membuat file .py.



*Gambar 3. 12 Membuat file Readadc.py*

- Script program readadc.py:

```
import RPi.GPIO as GPIO

# MCP3008 to Raspi (PiCobbler) Pin connections
class PINS:
    SPICLK = 11          #gpio 11
    SPIMISO = 9          #gpio 9
    SPIMOSI = 10         #gpio 10
    SPICS = 8           #gpio 8
    # set up the SPI interface pins
def initialize():
    GPIO.setmode(GPIO.BCM)
    GPIO.setwarnings(False)
    GPIO.setup(PINS.SPIMOSI, GPIO.OUT)
    GPIO.setup(PINS.SPIMISO, GPIO.IN)
    GPIO.setup(PINS.SPICLK, GPIO.OUT)
    GPIO.setup(PINS.SPICS, GPIO.OUT)
# Function to read data from Analog Pin 0 from MCP3008 (don't need
to edit)
# This function will be called in our loop to get the current
sensor value
def readadc(adcnun, clockpin, mosipin, misopin, cspin):
    if ((adcnun > 7) or (adcnun < 0)):
        return -1
    GPIO.output(cspin, True)
    GPIO.output(clockpin, False) # start clock low
```

```

GPIO.output(cspin, False)      # bring CS low
commandout = adcnum
commandout |= 0x18  # start bit + single-ended bit
commandout <= 3     # we only need to send 5 bits here
for i in range(5):
    if (commandout & 0x80):
        GPIO.output(mosipin, True)
    else:
        GPIO.output(mosipin, False)
    commandout <= 1
    GPIO.output(clockpin, True)
    GPIO.output(clockpin, False)

adcout = 0
# read in one empty bit, one null bit and 10 ADC bits
for i in range(12):
    GPIO.output(clockpin, True)
    GPIO.output(clockpin, False)
    adcout <= 1
    if (GPIO.input(misopin)):
        adcout |= 0x1

GPIO.output(cspin, True)

adcout /= 2      # first bit is 'null' so drop it
return adcout

```

### 3.4.5 Membuat File AD8232.py

File A8232.py adalah script python sebagai program utama dari skripsi ini yaitu untuk menampilkan data grafik plotting pada Plot.ly. Hal pertama yang dilakukan adalah mengimport beberapa library yang dibutuhkan seperti library plot.ly, file .json, time, readadc, dan datetime.

Script program AD8232.py:

```

import plotly.plotly as py
from plotly.graph_objs import Scatter, Layout, Figure
import time

```

```

import readadc

username = 'your_plotly_username'
api_key = 'your_api_key'
stream_token = 'your_stream_token'

py.sign_in(username, api_key)

tracel = Scatter(
    x=[],
    y=[],
    stream=dict(
        token=stream_token,
        maxpoints=200
    )
)

layout = Layout(
    title='Raspberry Pi Streaming Sensor Data'
)

fig = Figure(data=[tracel], layout=layout)
print py.plot(fig, filename='Raspberry Pi Streaming Example
Values')

# sensor connected channel 0 of mcp3008
sensor_pin = 0
readadc.initialize()
i = 0
stream = py.Stream(stream_token)
stream.open()

#the main sensor reading loop
while True:
    sensor_data = readadc.readadc(sensor_pin,
readadc.PINS.SPICLK, readadc.PINS.SPIMOSI, readadc.PINS.SPIMISO,
readadc.PINS.SPICS)

    stream.write({'x': i, 'y': sensor_data})

```

```

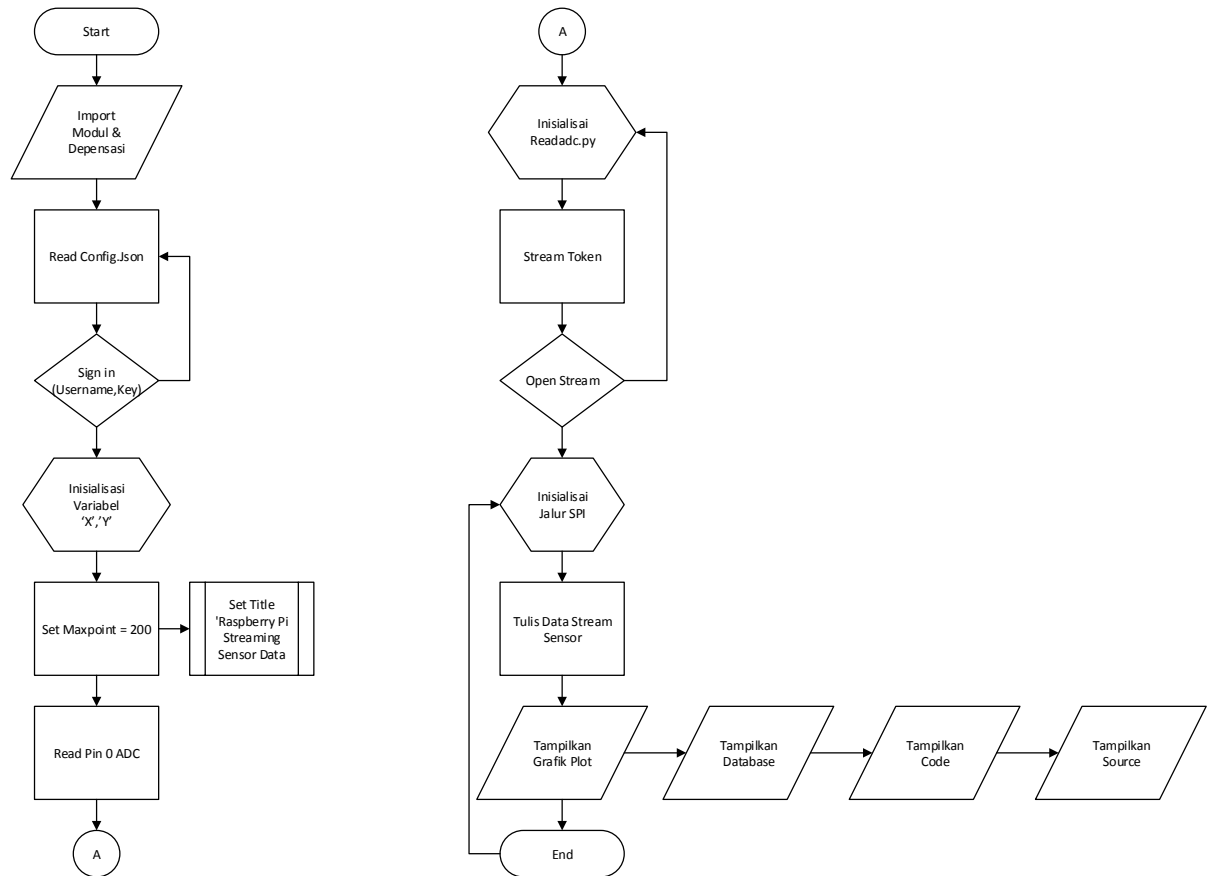
i += 1

# delay between stream posts

time.sleep(0.25)

```

### 3.5 Flowchart Sistem



Gambar 3. 13 Flowchart Sistem

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN ANALISA**

#### **4.1 Pengujian Alat**

Pada bab ini akan membahas tentang hasil pengujian dan analisa dari alat monitoring sinyal jantung ini. Baik itu pengujian secara keseluruhan rangkaian, masing-masing blok rangkaian, dan pengujian penempatan titik elektroda. Untuk pengujian perblok yaitu dari penguat AD8232 dengan menggunakan oscilloscope, untuk pengujian keseluruhan rangkaian yaitu dimulai dari kabel sensor electrode, modul penguat, ADC MCP3008, dan Raspberry Pi. Dan untuk hasil grafik sinyal yang di dapat dari hasil pengujian akan langsung ditampilkan pada plot.ly secara streaming atau realtime.

##### **4.1.1 Pengujian Modul Penguat AD8232**

Pengujian modul AD8232 dilakukan untuk mengetahui modul ini bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian modul menggunakan oscilloscope sebagai interface grafik chartnya.

Adapun peralatan dan bahan yg digunakan dalam pengujian ini antara lain:

1. Power suplay 3.3V
2. Modul AD8232
3. Oscilloscope Analog
4. Probe Oscilloscope
5. Kabel lead electrode
6. 3 buah electrode ECG
7. Jelly electrode ECG

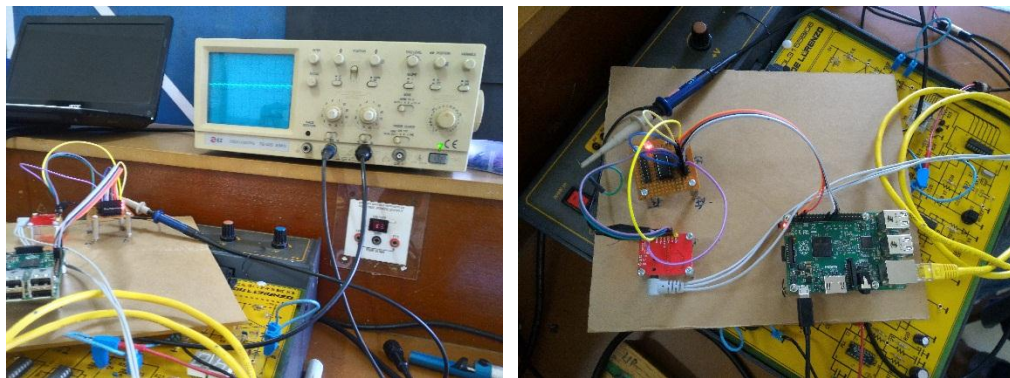
Prosedur pengujian:

1. Menghubungkan semua perkabelan antara oscilloscope, modul AD8232, dan power suplay.
2. Setting oscilloscope dengan time/div dan v/div yang sesuai.
3. Pasang elektroda pada 3 titik tertentu pada bagian tubuh.

4. Hidupkan power suplay dan amati sinyal yang dihasilkan pada oscilloscope.

Tabel 4. 1 Konfigurasi Pin Pengujian Modul AD8232

Modul AD8232	Oscilloscope
Ground	Probe Ground
Vcc	
Output	Probe+
LO+	
LO-	
SND	

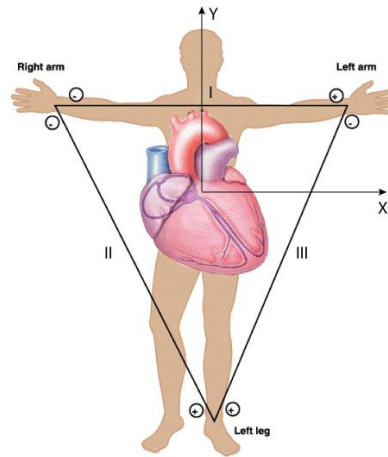


Gambar 4. 1 Pengujian Modul AD8232 Menggunakan Oscilloscope

- **Penempatan Elektroda Tranduser**

Untuk penempatan elektroda tranduser penulis menggunakan teori segitiga einthovent dimana hanya menggunakan tiga buah electrode tranduser yang dipasang pada titik tertentu pada bagian tubuh. Penempatan elektroda tranduser haruslah sesuai, seperti lead yang bertanda “R” itu adalah untuk Right Arms, “L” untuk Left Arms, dan “F” untuk Right Foot. Ketidaksuaian dalam pemasangan lead elektroda dapat berdampak pengkodisian sinyal jantung, terutama untuk lead Right Foot yang merupakan grounding pada modul ini.





*Gambar 4. 2 Segitiga Einthovent Pemasangan Lead Elektrode*



*Gambar 4. 3 Penempatan Elektroda Tranduser*

- **Analisa Dan Hasil Pengujian Modul Penguat AD8232**

Dalam pengujian modul sudah didapatkan beberapa sinyal grafik jantung. Untuk melakukan analisa, modul penguat AD8232 membutuhkan 3 buah lead elektroda yang biasa dipasang pada bagian tubuh menggunakan teori einthovent. Dalam proses pengujian perlu diperhatikan titik tempat peletakan electrode ECG dikarenakan hal tersebut sangatlah berpengaruh pada hasil grafik jantung yang di tampilkan pada oscilloscope.



*Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Modul AD8232 Menggunakan Oscilloscope*

#### **4.1.2 Pengujian Program**

Dalam perancangan ini seluruh program menggunakan bahasa pemrograman python versi 2.7.9 ( Default, Mar 8 2015, 00:52:26 ) yang mana bahasa tersebut telah compatible dengan sistem operasi debian dari linux. Program python ini secara langsung akan mengontrol pin-pin GPIO Raspberry-Pi yang selanjutnya akan diproses lagi pada halaman web plotly.

- **Pengujian Program Utama AD8232.py**

Untuk melakukan pengujian pada program utama yaitu *AD8232.py* dapat dilakukan dengan menggunakan perintah *sudo python AD8232.py*. Pengujian dilakukan agar kita dapat mengetahui kesalahan-kesalahan yang dihasilkan dari penulisan program tersebut. Jika tidak terdapat kesalahan pada penulisan program, maka akan muncul “View your streaming graph here: <https://plot.ly/~andscorp/1>”  
*“xdg-open: no method available for opening 'https://plot.ly/~andscorp/1'”*

```

pi@scr14: ~/Documents/SKRIPSI_ANDRE
pi@scr14:~/Documents/SKRIPSI_ANDRE $ sudo python AD8232.py
https://plot.ly/~andscorp/1
xdg-open: no method available for opening 'https://plot.ly/~andscorp/1'

```

*Gambar 4. 5 Pengujian Program Utama AD8232.py*

## **4.2 Pengujian Titik Penempatan Elektroda Pada Web**

Pada pengujian titik penempatan elektroda dilakukan agar penulis dapat mengetahui perbedaan hasil grafik sinyal jantung yang dihasilkan pada setiap titik elektroda. Perbedaan hasil pengujian akan ditunjukkan melalui web server plotly dan penulis juga akan mengukur tegangan yang dihasilkan pada proses pengujian menggunakan multimeter digital.

### **4.2.1 Peralatan Yang Digunakan**

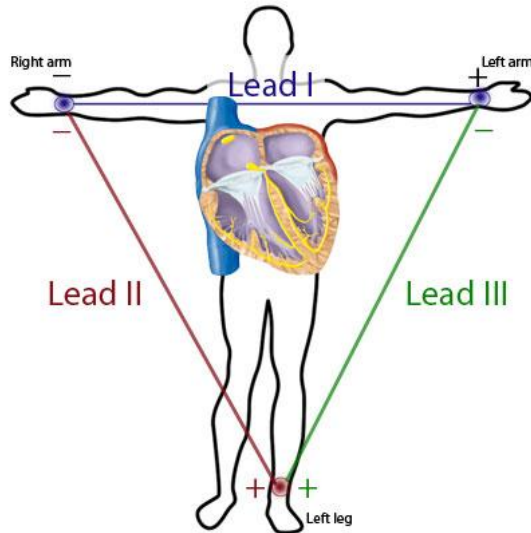
1. Raspberry Pi 2
2. IC ADC MCP3008
3. Modul AD8232
4. 3 Elektroda untuk usia dewasa
5. Kabel jumper
6. Multimeter digital
7. Kabel lead elektroda
8. Wifi Dongle
9. Software Putty

### **4.2.2 Langkah – Langkah Pengujian**

1. Menghubungkan catu daya 5V ke Raspberry Pi 2
2. Merangkai rangkaian modul AD8232 dan ADC, dengan menghubungkan pin output modul AD8232 ke pin 0 ADC MCP3008.
3. Merangkai jalur komunikasi SPI dari ADC MCP3008 ke Raspberry Pi 2.
4. Menempatkan ke tiga elektroda pada titik pertama yang sudah di siapkan.
5. Remote raspberry menggunakan putty, dan menjalankan program AD8232.py.
6. Amati dan membandingkan hasil plot yang dihasilkan dari proses pengujian dan mencatat hasil pengukuran dengan multimeter digital.

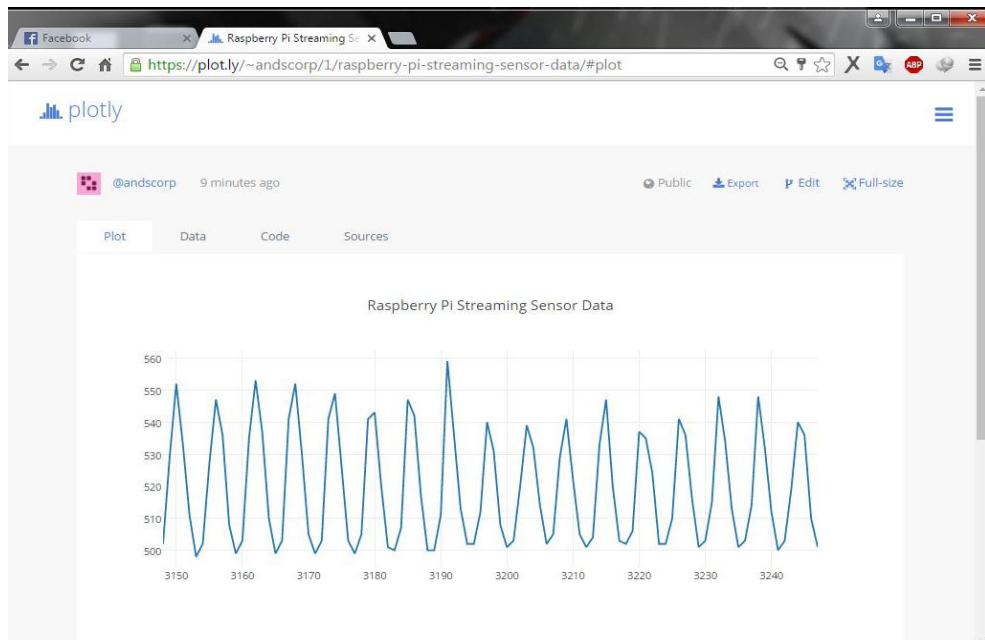
### 4.2.3 Pengujian Titik Pertama

Pada pengujian titik pertama, penempatan elektroda 1 dan 2 ditempatkan pada pergelangan tangan, serta elektroda 3 ditempatkan pada pergelangan kaki sebelah kiri, seperti ilustrasi pada gambar 4.9.



*Gambar 4. 6 Titik Pengujian Pertama Einthovent*

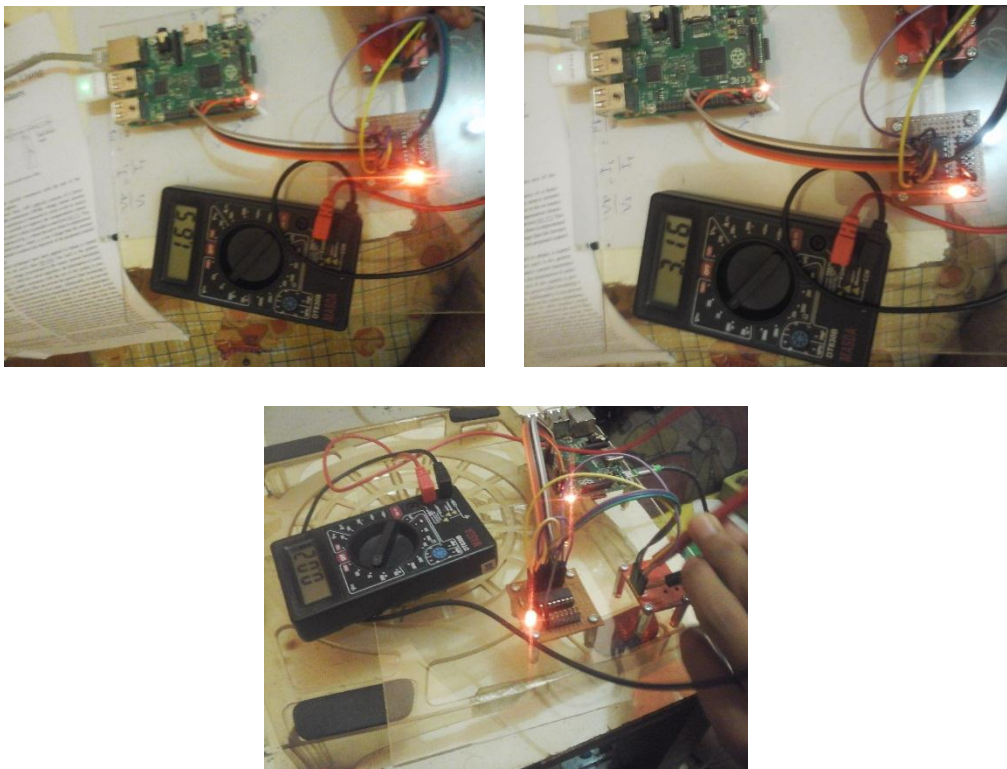
#### 4.2.3.1 Hasil Pengujian



*Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Pertama Sinyal Plot Jantung Pada Web Plotly*

Tabel 4. 2 Hasil pengujian titik pertama pada pin out modul AD8232.

Pengujian Pertama	Vout		
	Output	LO+	LO-
	1.65	3.16	0.02



Gambar 4. 8 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran Pengujian Pertama Pada Modul AD8232

Tabel 4. 3 Database yang dihasilkan untuk pengujian titik pertama pada web plotly.

No	V (mV)		
	y	x	_id
1	501	2630	2631
2	501	2631	2632
3	505	2632	2633
4	528	2633	2634

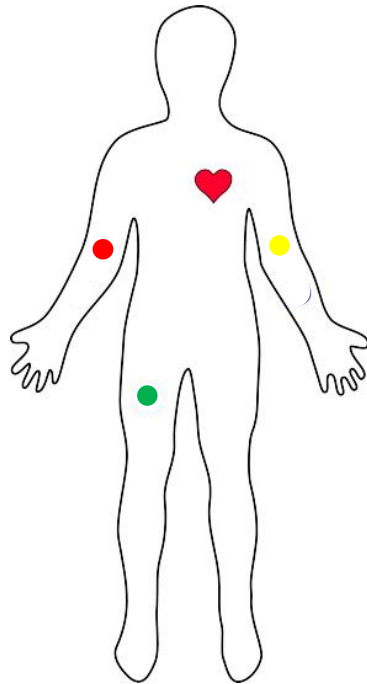
5	535	2634	2635
6	521	2635	2636
7	503	2636	2637
8	501	2637	2638
9	505	2638	2639
10	525	2639	2640

#### **4.2.3.2 Analisa Pengujian**

Pada pengujian titik yang pertama pin output modul AD823 menghasilkan tegangan 1.65 Volt, untuk tegangan lead off positif (LO+) sebesar 3.16 Volt, dan untuk lead off negatif (LO-) hampir tidak ada tegangan yaitu 0.02 Volt. Setelah running program dan memasang elektroda pada ketiga titik tubuh, sinyal plot pada web plotly sudah terlihat seperti pada gambar 4.10. Pada pengujian titik ini sinyal yang dihasilkan sudah konstan hanya saja tinggi amplitude pada setiap puncaknya tidak sama, ini dikarenakan tegangan yang dihasilkan oleh elektroda tidak selalu konstan.

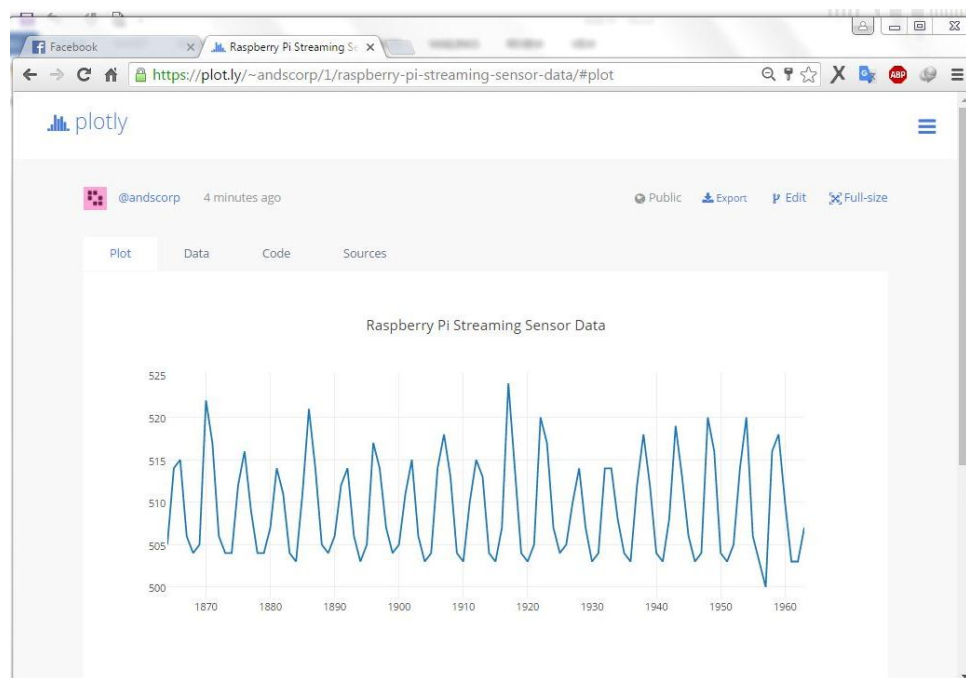
#### **4.2.4 Pengujian Titik Kedua**

Pada pengujian kedua, penempatan elektroda 1 dan 2 ditempatkan pada disekitar otot bisep, serta elektroda 3 ditempatkan pada kaki kiri, seperti ilustrasi pada gambar 4.10.



*Gambar 4. 9 Titik Pengujian kedua Einthoven*

#### **4.2.4.1 Hasil Pengujian**

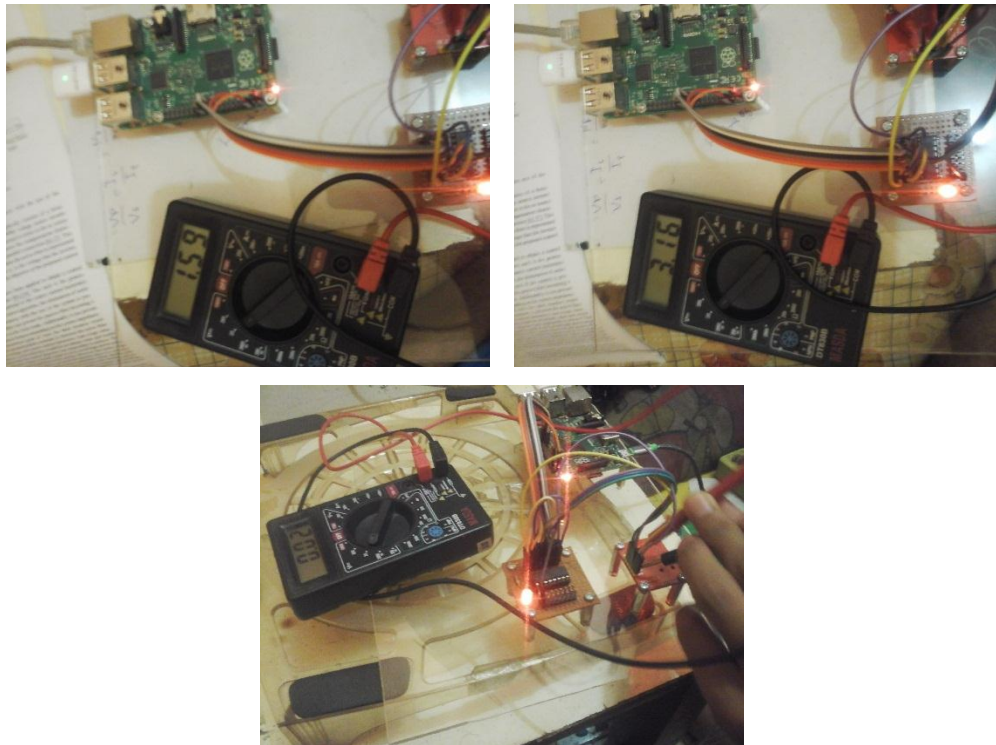


*Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Kedua Sinyal Plot Jantung Pada Web Plotly*



Tabel 4. 4 Hasil pengujian titik kedua pada pin out modul AD8232.

Pengujian Kedua	Vout		
	Output	LO+	LO-
	1.59	3.16	0.02



Gambar 4. 11 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran Pengujian Kedua Pada Modul AD8232

Tabel 4. 5 Database yang dihasilkan untuk pengujian titik kedua pada web plotly.

No	V (mV)		
	y	x	_id
1	502	2013	2014
2	504	2014	2015
3	521	2015	2016
4	511	2016	2017
5	504	2017	2018



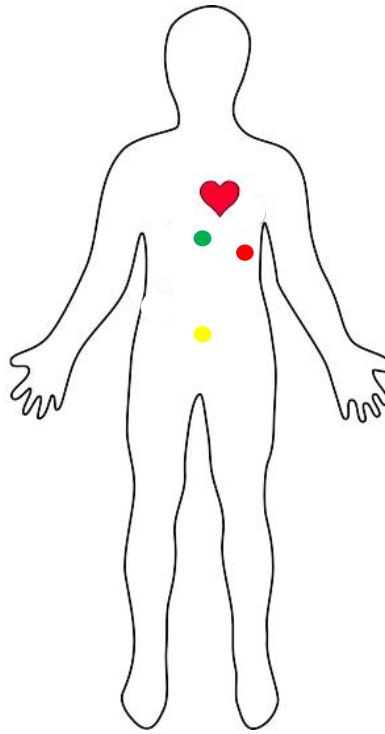
6	503	2018	2019
7	505	2019	2020
8	515	2020	2021
9	514	2021	2022
10	504	2022	2023

#### **4.2.4.2 Analisa Pengujian**

Pada pengujian titik yang kedua pin output modul AD823 menghasilkan tegangan 1.59 Volt, untuk tegangan lead off positif (LO+) sebesar 3.16 Volt, dan untuk lead off negatif (LO-) hampir tidak ada tegangan yaitu 0.02 Volt. Hasil keluaran dari modul AD823 ini hampir sama pada pengujian yang sebelumnya, hanya saja tegangan keluaran ( Vout ) dari modul AD8232 lebih rendah dari pengujian titik yang pertama dan mempunyai selisih sekitar 0.06 V atau 0.6 mV.

#### **4.2.5 Pengujian Titik Ketiga**

Pada pengujian penempatan elektroda yang ketiga yaitu elektroda 1 ditempatkan pada sekitar dada sebelah kiri, elektroda 2 di tempatkan pada dada bagian tengah, serta elektroda 3 ditempatkan pada bagian perut tengah bawah, seperti ilustrasi pada gambar 4.15.

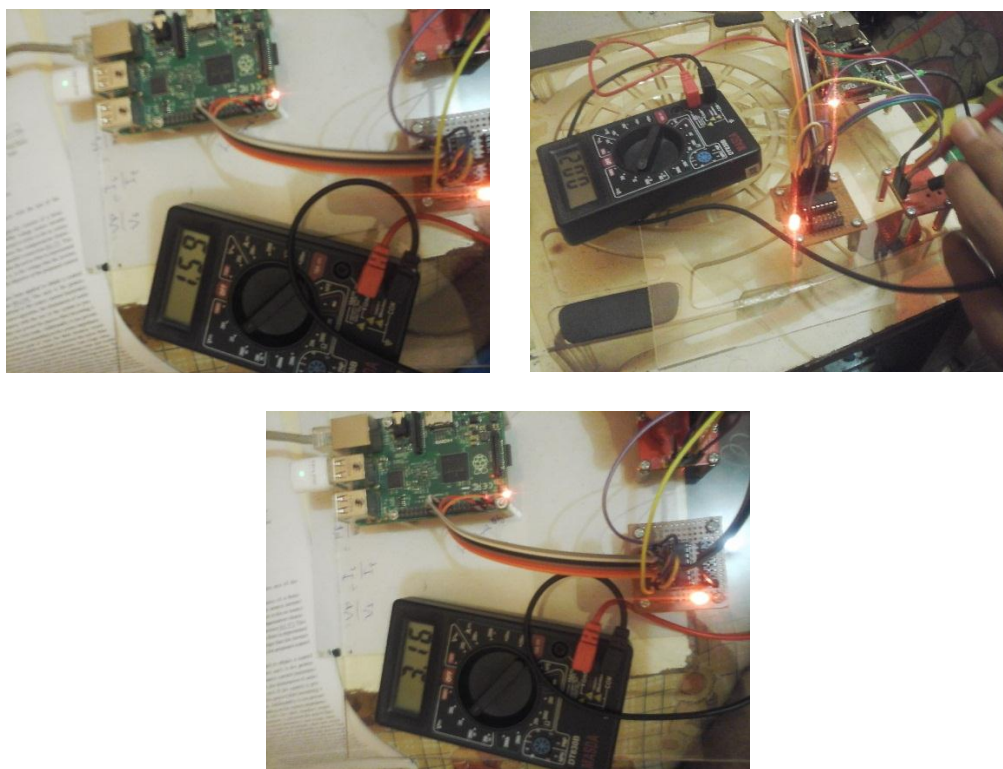


*Gambar 4. 12 Titik Pengujian ketiga Einthovent*

#### **4.2.5.1 Hasil Pengujian**



*Gambar 4. 13 Hasil Plot Pengujian Ketiga Einthovent Pada Web*



*Gambar 4. 14 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran Pengujian Ketiga Pada Modul AD8232*

*Tabel 4. 6 Hasil pengujian titik ketiga pada pin out modul AD8232.*

Pengujian Ketiga	Vout		
	Output	LO+	LO-
	1.59	3.16	0.02

*Tabel 4. 7 Database yang dihasilkan untuk pengujian titik ketiga pada web plotly.*

No	V (mV)		
	y	x	_id
1	509	3132	3133
2	488	3133	3134
3	490	3134	3135
4	490	3135	3136

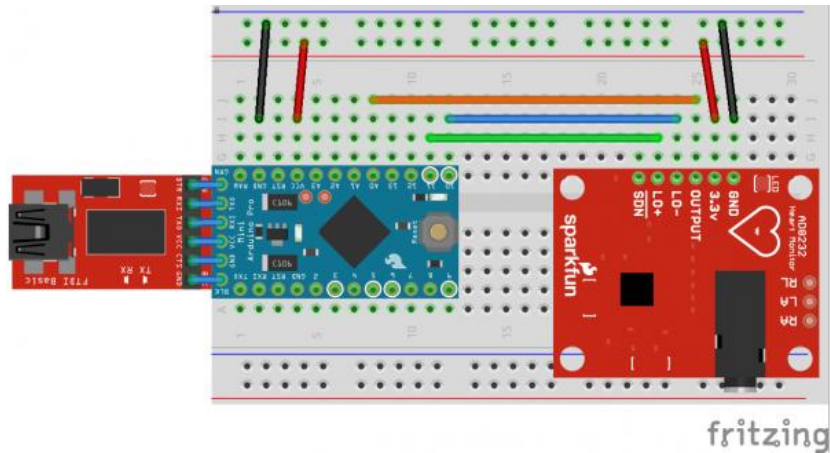
5	505	3136	3137
6	508	3137	3138
7	506	3138	3139
8	507	3139	3140
9	493	3140	3141
10	492	3141	3142

#### **4.2.5.2 Analisa Pengujian**

Tegangan keluaran yang dihasilkan dari modul AD8232 sama dengan tegangan yang dihasilkan pada pengujian yang sebelumnya, yaitu 1.59 V untuk  $V_{out}$ , lead off positif (LO+) adalah 3.16, serta lead off negative (LO-) adalah 0.02 V. Hasil sinyal plotting jantung pada pengujian ketiga ini cukup berbeda dari pengujian pertama dan kedua, terlihat bahwa banyak sekali sinyal yang mengalami noise. Noise ini dikarenakan penempatan elektroda yang terlalu dekat dengan elektroda lainnya, sehingga tidak menutup kemungkinan adanya kesalahan deteksi antara sinyal tegangan positif dan sinyal tegangan negative pada area tubuh tersebut.

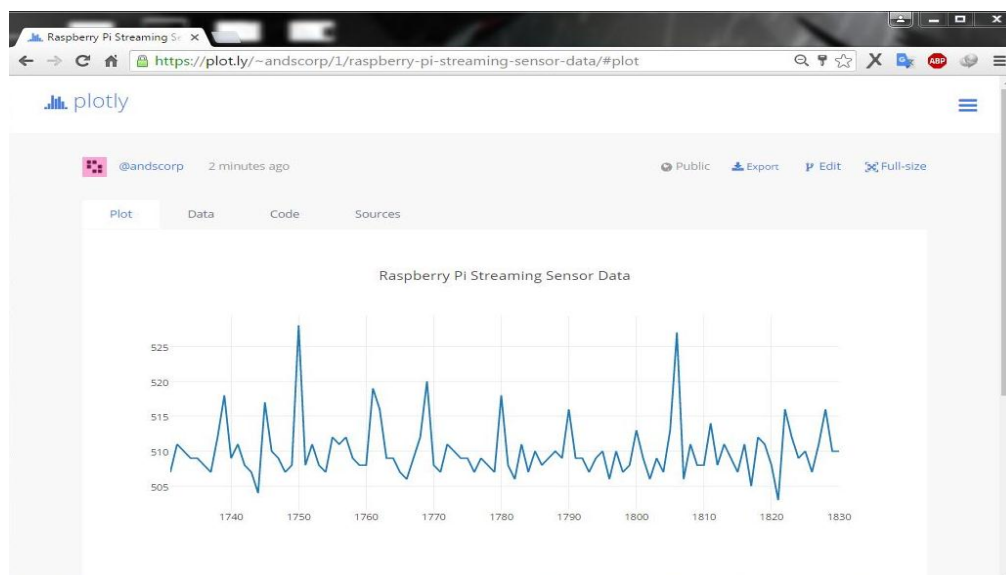
#### **4.3 Perbandingan Dengan Monitoring Sinyal Jantung Lain**

Untuk melakukan perbandingan, penulis menggunakan modul yang sama dengan menggunakan arduino uno. Percobaan ini menggunakan aplikasi IDE Arduino 1.6.9 arduino untuk menampilkan sinyal plot jantungnya. Berikut sketsa hubungan pin antara modul AD8232 dengan arduino.

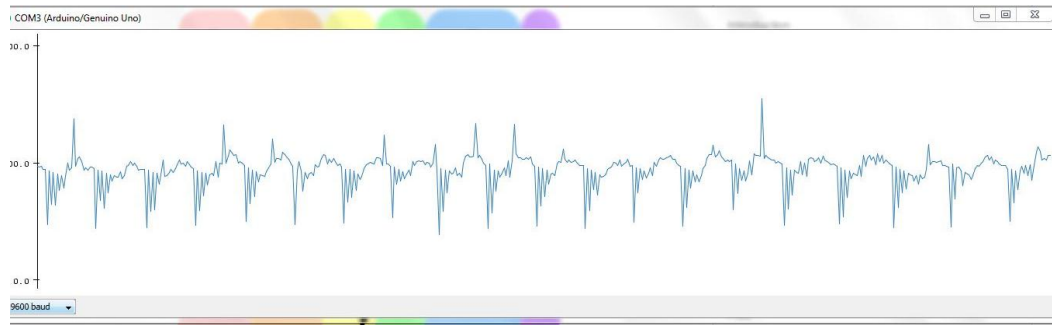


*Gambar 4. 15 Hubungan Pin Antara Modul AD8232 Dengan Arduino*

Untuk melakukan perbandingannya penulis membuat 2 hasil keluaran sinyal yang dihasilkan untuk yang menggunakan Raspberry Pi dan web serta Arduino Uno dan aplikasi IDE Arduino 1.6.9. Dan hasil sinyalnya seperti berikut:



*Gambar 4. 16 Hasil Sinyal Pengujian Ketiga Menggunakan Raspberry Pi 2 dan Web Server Plotly*



*Gambar 4. 17 Hasil Sinyal Menggunakan Arduino Uno dan Aplikasi IDE Arduino 1.6.9.*

Dari kedua sinyal yang dihasilkan dari 2 percobaan menggunakan raspberry pi dan arduino uno tersebut penulis dapat menyimpulkan bahwa hasil sinyal yang hampir mirip dengan pengujian menggunakan arduino adalah pada pengujian ketiga. Hasil sinyal yang sebenarnya juga terlihat pada hasil ini, pada percobaan sudah terlihat sinyal gelombang jantung seperti gelombang PQ, gelombang QRS, dan gelombang ST.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam pengujian modul AD8232 dengan menggunakan oscilloscope analog ini dapat berjalan dengan baik untuk menampilkan hasil grafik plot jantung.
2. File – file program python yang telah dibuat, seperti config.json, readadc.py akan berkaitan dengan program utama yaitu AD8232.py. Setelah running program utama AD8232.py maka akan diberikan sebuah alamat plot stream yang harus di kunjungi.
3. Tegangan output (Vout) modul AD8232 mengalami perbedaan pada pengujian pertama dan pengujian kedua yaitu memiliki selisih 0.06 V atau 0.6 mV, sedangkan pada pengujian ketiga tegangan yang dihasilkan sama dengan pengujian yang pertama yaitu 1.65 V.
4. Hasil grafik plot juga mengalami perubahan yang besar pada pengujian yang ketiga, grafik sinyal jantung pada pengujian yang ketiga tidak begitu beraturan. Ada beberapa factor yang mempengaruhi berubahnya hasil grafik plot sinyal jantung, seperti terlalu dekatnya jarak penempatan elektroda, adanya gerakan dan tekanan pada masing - masing elektroda, atau salah satu dari elektroda gagal mendeteksi sinyal kelistrikan pada jantung.
5. Dari ketiga pengujian yang dilakukan telah didapatkan hasil sinyal jantung yang sebenarnya, yaitu pada pengujian ketiga. Pada pengujian yang ketiga hasil sinyal gelombang PQ, gelombang QRS, dan gelombang ST dapat terlihat, sedangkan pada pengujian yang pertama dan kedua hanya gelombang QRS yang dapat terlihat. Pengujian yang ketiga ini juga hampir sama dengan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan arduino uno.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang penulis masukkan dalam penulisan laporan skripsi ini karena penulis menyadari laporan ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga masih banyak yang bisa dikembangkan untuk kesempurnaan alat ini:

1. Alat monitoring sinyal jantung ini masih tergantung pada penempatan elektroda yang sesuai. Sehingga untuk mendapatkan sinyal jantung yang kompleks perlu mengerti lebih dalam mengenai titik – titik penempatan elektroda EKG yang sesuai.
2. Hasil sinyal plot jantung harus di lihat secara online, jadi ini sangat bergantung pada konektivitas jaringan internet yang digunakan. Penulis menyarankan menggunakan jaringan LAN untuk konektivitas internet pada Raspberry Pi, dikarenakan dengan menggunakan jaringan LAN konektivitas internet akan lebih stabil dibandingkan dengan menggunakan wifi dongler.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pearce Evelyn, Anatomi & Fisiologi Untuk Paramedis, tr.By: Sri Yuliani Handoyono, PT Gramedia Jakarta, 2002.
- [2] Anonim, Raspberry Pi, [https://id.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://id.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi). (Di akses 9 April 2016)
- [3] Anonim, Electrocardiogram (ECG), <https://yayanakhyar.wordpress.com/2010/07/30/elektrokardiogram-ekg/>. (Di akses 12 Mei 2016)
- [4] Anonim, 2.7V 4-Channel/8-Channel 10-Bit A/D Converters with SPI Serial Interface <https://www.adafruit.com/datasheets/MCP3008.pdf>. (Di akses 10 April 2016)
- [5] Anonim, Transduser Pada Instrumentasi Medis Elektroda <http://www.distrodoc.com/372068-transduser-pada-instrumentasi-medis-elektroda>. (di akses 13 April 2016)
- [6] Anonim, Elektrokardiogram (EKG) <https://sandurezu.wordpress.com/2011/11/16/elektrokardiogram-ekg/>. (Di akses 12 Mei 2016)
- [7] Anonim, SparkFun Single Lead Heart Rate Monitor - AD8232 <https://www.sparkfun.com/products/12650>. (Di akses 12 Mei 2016)
- [8] Anonim, Plot.ly <https://en.wikipedia.org/wiki/Plotly>. (Di akses 15 Mei 2016)
- [9] Insinyoer, Dasar-Dasar Serial Peripheral Interface (SPI) Mikrokontroler, <http://www.insinyoer.com/dasar-dasar-serial-peripheral-interface-spi-mikrokontroler/>. (Di akses tanggal 25 juni 2016)